621.505
ZE
V.23

Q.

THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY
621.505
ZE
v.23
REMOTE STORAGE
ALTGELD HALL ANNEX

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEGEBEN VON
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN

23. JAHRGANG

MIT 61 ABBILDUNGEN IM TEXT

MÜNCHEN UND BERLIN 1916
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG

GR1.505
ZE
v.23

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

Inhalt des dreiundzwanzigsten Jahrganges.

I. Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Die mit * bezeichneten Artikel sind illustriert.

Etwas über graphithaltiges Schmieröl. S. 81.
Feuersicherheit in Kühl- und Gefrieranlagen. S. 93.
P. Max Grempe, Kriegslehren für die Feuerung der Dampferzeugungsanlagen. S. 116.
Grundsätze für den Bau von gekühlten Eisenbahnwagen. S. 100.
W. Koeniger. Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei trockenem und nassem Kompressorgang. S. 19, 33, 54, 86.*
Martin Krause. Eine neue Kleinkältemaschine. S. 8.*
Martin Krause. Zur Theorie der Berieselungskondensatoren. S. 1, 13, 29, 41, 52.*
C. Linde. Beiträge zur Geschichte der Kältetechnik.* a) die ersten Lindeschen Kältemaschinen-Kompressoren, b) der erste Klareiserzeuger. S. 105.
Peter Neff. Die Haushaltungs-Kältemaschine. S. 6.
R. Plank. Kriegsaufgabe der Kühlhäuser. S. 57.
R. Plank. Die Messung der relativen Feuchtigkeit in Gefrierräumen. S. 25.*
R. Plank, E. Ehrenbaum, Karl Reuter. Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren. S. 37, 45, 73, 83, 89.*
Otto Schmeida, Kühlhauslagerung von Milchkonserven. S. 113.
Über den Schutz gegen Schall und Erschütterungen.* S. 108.
Versuche über Wärmeübertragung in Ammoniakdoppelrohrkühlern. S. 92, 97.*

II. Zeitschriften- und Bücherberichte.

a) Zeitschriftenberichte.
Wissenschaftliche Grundlagen. S. 10, 21, 55, 77, 88, 101.
Kältemaschinen. S. 22, 77, 119.
Kälteverwendung. S. 10, 77, 88, 101, 119.
Verflüssigung von Luft. S. 10, 119.
Verschiedenes. S. 10, 22, 77, 88, 101.
b) Bücherbericht. S. 10, 23, 35, 64, 77, 101, 111, 119.

III. Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen.

a) Wirtschaftliche Nachrichten. S. 64, 78, 94. b) Rechtsfragen. S. 23.

IV. Kleine Mitteilungen.

Berliner Kälte-Verein. S. 11, 36.
Verkauf von Schweinefleisch. S. 11.
Warnung vor ausländischen Spähern. S. 11.
Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen. S. 24.
Deutscher Kälte-Verein. S. 44.
Grundsätze für das Einfrieren, Lagern und Auftauen von Rindfleisch. S. 56.
Gemeinschaftsarbeit der großen technisch-wissenschaftlichen Vereine. S. 78.
Vernichtung der Rinderfinne durch Frieren. S. 79.
Kaltlagerung von Kartoffeln. S. 79.
Verband deutscher Eishändler und Fabrikanten. S. 95.

V. Persönliches. S. 36, 88, 111.

VI. Zuschriften an die Schriftleitung. S. 11, 95.

474565

VII. Patentberichte.

a) Patente (Anmeldungen, Eintragungen, Versagungen, Löschungen), Gebrauchsmuster (Eintragungen). S. 12, 24, 44, 65, 79, 88, 96, 101, 112, 120.

b) Auszüge aus Patentschriften:

17a. 285027. Kocher für Absorptionskältemaschinen. Adalbert Zellner in München. S. 65.*

17a. 285026. Absorper für Absorptionskältemaschinen. Adalbert Zellner, München. S. 102.*

17a. 290100. Leistungsregler für Kältekompressoren. Dr. Gustav Döderlein, Karlsruhe. S. 102.*

17a. 293425. Auffüllvorrichtung für Hochdruck-Kaltluftmaschinen. Leonhard Pütz, Cöln-Kalk. S. 103.*

17a. 289947. Vorrichtung zur Entgasung des Kältemittels in Berieselungskondensatoren. Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, Wiesbaden. S. 103.*

17a. 293379. Kältemittel-Einlaßvorrichtung zwischen Kondensator und Verdampfer bei Kleinkältemaschinen. Albert Gerlach, Nordhausen. S. 103.*

17b. 285873. Füllapparat für Eiszellen. Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, Wiesbaden. S. 36.*

17c. 288192. Kühlvorrichtung für Eisenbahnwagen. Philipp Porges in Wien. S. 96.*

17d. 284833. Oberflächenkondensationsanlage. Dipl.-Ing. Fritz K. L. Richter, Chemnitz. S. 12.

17e. 287374. Wellblechförmige Einsätze f. Berieselungsvorrichtungen. A. Schindler in Mähr. Ostrau. S. 24.

17e. 289239. Kühlanlage. Otto Estner in Dortmund. S. 12.

17g. 291751. Entspannungsmaschine zur Verflüssigung und Trennung von Gasen. Rudolf Mewes in Berlin. S. 79.

17g, 1. 294516. Verfahren zum Tiefkühlen. Rudolf Mewes in Berlin. S. 120.

42i. 284867. Verfahren zur Messung des Wassergehaltes der Luft oder anderer Gase mit Hilfe des elektrischen Widerstandes von Leitern. Dr. Karl Lübben, Berlin. S. 44.

VIII. Deutscher Kälte-Verein.

Hauptversammlung am 3. Juni 1916 in Berlin, Vereinshaus Deutscher Ingenieure. S. 66.

Bericht des Obmannes der Arbeitsabteilung II des Deutschen Kälte-Vereins über die Arbeiten der Abteilung vom 22. Mai 1914 bis 3. Juni 1916. S. 71.

Zusammensetzung des Vorstandes. S. 72.

Sitzung der Arbeitsabteilung III am 4. Juli 1916. S. 79.

Berliner Kälte-Verein. S. 104, 112.

Georg Göttsche †. S. 112.

Vorstandssitzung. S. 120.

IX. Druckfehler-Berichtigung. S. 96.

REMOTE STORAGE
Engineering 621.505
Library
UNIVERSITY OF TORONTO

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT
erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an
Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262.
Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT
kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.
ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Berlin, Trebbinerstraße 5 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang | **München, Januar 1916** | **1. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Zur Theorie der Berieselungskondensatoren. Von Dr.-Ing. Martin Krause. S. 1. — Die Haushaltungs-Kältemaschine. Einige Bemerkungen über Schwierigkeiten bei der Konstruktion und dem Betrieb einer Haushaltungs-Kältemaschine. Ergebnisse von Versuchen und Forschungen. Von Peter Neff. S. 6. — Eine neue Kleinkältemaschine. S. 8.
Zeitschriftenbericht. S. 10.
Bücherbericht. S. 10.
Kleine Mitteilungen. S. 11.
Zuschrift an die Redaktion. S. 11.
Patentbericht. S. 12.
Deutscher Kälte-Verein. S. 12.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Zur Theorie der Berieselungskondensatoren.

Von Dr.-Ing. Martin Krause.

In der Praxis insbesondere des Kältemaschinenbaues besteht ein lebhaftes Bedürfnis nach einer Theorie des Berieselungskondensators, welche die Vorausbestimmung der erforderlichen Abmessungen und der sich bei bestimmten Verhältnissen einstellenden Temperaturen ermöglicht. Denn nur eine solche Vorausbestimmung gestattet die Abgabe einer Garantie auch für Betriebsbedingungen, die von den üblichen abweichen, für die also eine unmittelbare Erfahrung fehlt. Anderseits gibt eine alle Umstände richtig bewertende Theorie erst die Möglichkeit, Einzelerfahrungen voll auszunutzen und für den Bau neuer Anlagen zu verwerten.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist eine gesicherte Theorie für die Beurteilung solcher Maschinen, die zur Kühlung von Räumen durch direkte Verdampfung dienen. In diesen Fällen ist die Verdampferleistung überhaupt nicht feststellbar und die Kondensatorleistung nur dann, wenn ein Tauchkondensator vorhanden ist. Wenn aber ein Berieselungskondensator angeordnet ist, kann bei dem heutigen Stande der Technik auch die Kondensatorleistung nicht gemessen werden.

Eine solche Theorie fehlt bis jetzt, wenn auch Ansätze vorhanden sind. In seinem Buch »Die Eis- und Kältemaschinen«[1]) gibt Stetefeld eine Anweisung zur Berechnung der Flächen eines Rieselkondensators, wenn die Leistung, die mittlere Temperatur des Wassers und die Luftverhältnisse bekannt sind. Aber abgesehen davon, daß nicht alle Einflüsse berücksichtigt werden, ist es auf Grund der Anweisung z. B. nicht möglich, die Temperaturen zu bestimmen, die sich bei gegebenen Flächen, Wasser- und Luftverhältnissen und bei bekannter Kondensatorleistung einstellen werden.

Im nachstehenden wird versucht, die Lücke auszufüllen. Doch muß betont werden, daß noch zahlreiche Versuche notwendig sind, um die wahre Größe der in Betracht kommenden Konstanten mit genügender Genauigkeit festzustellen.

Die Grundgleichungen.

Es wird angenommen, daß ein stündlich gleichbleibendes Gewicht gesättigten Dampfes in den Kondensator eingeführt wird und daß eine Unterkühlung der Flüssigkeit nicht stattfindet. Ferner wird angenommen, daß eine gewisse gleichbleibende Wassermenge dauernd zirkuliert und eine andere gleichbleibende Wassermenge dauernd zugesetzt wird, welch letztere die Verluste durch Verdunsten und Verspritzen ersetzt oder auch übersteigt. Der Überschuß fließt dauernd ab.

[1]) Ein Kompendium der gesamten Kälte-Industrie, Stuttgart 1912.

Es bezeichnen:

G das stündlich zu kondensierende Dampfgewicht,
Q die stündlich abzuführende Wärmemenge (die Kondensatorleistung),
ϑ die Temperatur des Dampfes,
t_m die mittlere Temperatur des zirkulierenden Wassers,
τ die Temperatur der Luft,
F die Größe der vom Wasser benetzten Kühlfläche,
k den Wärmedurchgangskoeffizienten der Wandung,
D die stündlich durch Verdunsten gebundene Wärmemenge,
L die stündlich durch Berührung an die Luft abgegebene Wärmemenge,
W die durch Erwärmung des Wassers stündlich abgeführte Wärmemenge,
S die durch Strahlung von dem zirkulierenden Wasser stündlich abgegebene Wärmemenge.

Man kann folgende Gleichungen aufstellen:

Die vom Kondensator abgegebene Wärmemenge ist gleich der zugeführten, also gleich der bei der Kondensation des Dampfes frei werdenden. Die Kondensationswärme von 1 kg des Dampfes kann man als eine Funktion der Kondensationstemperatur darstellen; man kann also schreiben:

$$Q = G \cdot f(\vartheta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Die Wärmemenge, die die Rohrwand innen vom Dampf empfängt, ist gleich derjenigen, die sie außen an das Wasser abgibt. Es wird angenommen, daß eine Strahlung von der Rohrwand durch das bespülende Wasser hindurch nicht erfolgt. Dann ist

$$Q = F \cdot k\,(\vartheta - t_m) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Die Wärmemenge, die das Wasser aufnimmt, wird, wenn der Beharrungszustand eingetreten ist, zum Teil durch Verdunsten des Wassers gebunden, zum Teil dient sie zur Erwärmung des Wassers sowie der vorbeistreichenden Luft, der Rest wird durch Strahlung an den umgebenden Raum abgegeben. Man kann also schreiben:

$$Q = D + W + L + S \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

In Gleichung 3) kann jede der Größen auf der rechten Seite unter Umständen negativ werden. Diese rechte Seite wird als Funktion von F, der Luftverhältnisse und der Wasserverhältnisse darzustellen sein. Man wird aus dieser Gleichung, wenn alles andere bekannt ist, Q oder t_m oder F berechnen können. Gleichung 2) gibt die Verbindung zwischen Kondensationstemperatur, Fläche und mittlerer Wassertemperatur. Gleichung 1) wird nur dann Anwendung finden müssen, wenn das Hubvolumen des Kompressors, nicht aber die Kälteleistung bekannt ist.

Es ist nun auf die einzelnen Größen einzugehen.

Gleichung 1.

Von der Anwendung dieser Gleichung kann in den Fällen abgesehen werden, bei denen die abzuführende Wärmemenge bekannt ist. Das gilt z. B. für Kältemaschinen, bei denen der Kondensatordruck bekannt oder willkürlich festgesetzt ist, weil damit auch das Äquivalent der Kompressorarbeit bestimmt ist. Von ihr kann auch dann abgesehen werden, wenn die Temperatur des Dampfes durch äußere Mittel auf beliebiger Höhe gehalten werden kann, wie z. B. bei Anlagen zum Destillieren von Flüssigkeiten.

Nimmt man aber an, daß der Druck nicht bekannt ist, sondern gerade bestimmt werden soll, so ist auch die zu übertragende Wärmemenge nicht bekannt. Dagegen ist das Dampfgewicht unter Voraussetzung einer konstanten Verdampfungstemperatur bei Annahme eines konstanten volumetrischen Wirkungsgrades aus den Abmessungen des Kompressors gegeben. Der Wirkungsgrad ist zwar auch von dem Kondensatordruck abhängig. Da man aber in den meisten Fällen die sich einstellende Kondensationstemperatur abschätzen oder durch vorläufige Rechnung annähernd vorausbestimmen kann, so sei hier von einer Berücksichtigung dieser Veränderlichkeit abgesehen.

Die Kondensationswärme r eines Dampfes läßt sich stets als Funktion der Kondensationstemperatur darstellen. Es ist natürlich von Wichtigkeit, daß diese Funktion eine einfache Form hat, damit sie praktisch brauchbar ist. Dagegen erscheint es ohne weiteres zulässig, daß der Geltungsbereich sich nur über die in Frage kommenden Temperaturen erstreckt. Z. B. kann man bei Ammoniak für das Gebiet zwischen 10 und 35° C setzen

$$r_a = 306{,}5 - 1{,}1\,\vartheta.$$

Vergleicht man die aus dieser Gleichung folgenden Werte mit den von Wobsa[1]) angegebenen, so ergibt sich, daß die Abweichungen sehr gering sind, wie die nachstehende Tabelle zeigt:

ϑ °C	Kondensationswärme nach Wobsa Cal/kg	Kondensationswärme gerechnet Cal/kg
+10	295,0	295,5
+15	289,9	290,0
+20	284,7	284,5
+25	279,2	279,0
+30	273,4	273,5
+35	267,4	268,0

Für schweflige Säure zwischen 10 und 40° C gilt:

$$r_s = 92{,}65 - 0{,}41\,\vartheta,$$

für Kohlensäure zwischen 15 und 30° C:

$$r_k = 89{,}1 - 6{,}13\,\vartheta + 0{,}283\,\vartheta^2 - 0{,}00537\,\vartheta^3,$$

für Wasserdampf zwischen 0 und 80° C:

$$r_w = 594{,}92 - 0{,}542\,\vartheta.$$

[1]) Dr. Georg Wobsa, Dampftabelle und Spannungskurve des Ammoniaks. Zeitschr. f. d. ges. Kälte-Ind. **15**, 1. S. 11.

Gleichung 2.

Sie ist hervorgegangen aus der Gleichung:

$$Q = \frac{l\,\pi\,(\vartheta - t)_m}{\frac{1}{\alpha_1 d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_a} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_a}{d_i}},$$

worin

d_a den äußeren Durchmesser der Rohre,
d_i den inneren Durchmesser der Rohre,
l die gesamte Länge der Rohre,
λ die Leitfähigkeit des Rohrmaterials

bedeutet.

Bezeichnet man noch den mittleren Durchmesser des Rohres mit d_m und die Wandstärke mit δ, so ist $d_a = d_m + \delta$ und $d_i = d_m - \delta$, und

$$\ln \frac{d_a}{d_i} = \ln \frac{d_m + \delta}{\delta_m - \delta} = \ln \frac{1 + \frac{\delta}{d_m}}{1 - \frac{\delta}{d_m}}$$

$$= 2\left[\frac{\delta}{d_m} + \frac{1}{3}\left(\frac{\delta}{d_m}\right)^3 + \frac{1}{5}\left(\frac{\delta}{d_m}\right)^5 + \cdots\right].$$

Bei den für die technische Praxis in Frage kommenden Durchmessern kann das Glied $^1/_5 \left(\frac{\delta}{d_m}\right)^5$ stets vernachlässigt werden. Aber auch das zweite Glied ist gegenüber dem ersten recht klein. Bei den Rohren für Kohlensäure von 20 mm innerem und 28 mm äußerem Durchmesser ist das erste Glied $^4/_{24} = 0{,}667$, das zweite $^1/_3\,(^1/_6)^3 = 0{,}00154$. Das zweite Glied ist also nur $^1/_4\%$ des ersten. Bei den größeren Rohren für Ammoniak und schweflige Säure ist das zweite Glied natürlich noch kleiner.

Der Ausdruck nimmt also die Form an:

$$Q = l\,\pi \frac{(\vartheta - t)_m}{\frac{1}{\alpha_1 d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_a} + \frac{\delta}{\lambda d_m}}.$$

Für die Praxis ist es bequem, nur mit einem Durchmesser, z. B. dem äußeren, zu rechnen. Setzt man

$$d_i = e \cdot d_a$$

und

$$d_m = e' \cdot d_a,$$

so wird

$$Q = l\,\pi \frac{(\vartheta - t)_m \cdot d_a}{\frac{1}{\alpha_1 e} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda e'}}$$

oder

$$Q = F \cdot \frac{(\vartheta - t)_m}{\frac{1}{\alpha_1 e} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda e'}}$$

oder, wenn man den Nenner gleich $1/k$ setzt, wird endlich $Q = F \cdot (\vartheta - t)_m k$.

Ist übrigens α_2 sehr klein gegen α_1 und $\frac{\lambda}{\delta}$, so überwiegt der Einfluß von α_2 so stark den der beiden anderen Summanden, daß man nur einen sehr kleinen Fehler macht, wenn man e und e' gleich 1 setzt.

Der Zahlenwert für λ ist bekannt, er ist nach der Hütte für Flußeisen 40 bis 50 Cal/m, ^{0} C, st. Über den Wert von α_1, den Wärmeübergangskoeffizienten von gesättigtem Dampf von NH_3, SO_2 und CO_2 an die Wand, ist man in vollständiger Unkenntnis. Aus dem Verhalten des gesättigten Wasserdampfes kann man schließen, daß er sehr groß ist; die kleinen Wärmedurchgangszahlen an den Apparaten ausgeführter Kältemaschinen ($k \sim 300$ Cal/qm, ^{0} C, st als Durchschnitt von Gaskühler, Kondensator und Flüssigkeitskühler) lassen darauf schließen, daß α_1 wenigstens bei den üblichen Ausführungsformen sehr viel kleiner ist als bei Wasserdampf. Gar keinen Anhaltspunkt hat man über den Einfluß der Dampfnässe auf α_1, und hier herrschen bei den Praktikern die verschiedensten Ansichten, die sich aber alle auf das Gefühl und nicht auf Versuchstatsachen stützen.

Für den Wert von α_2, den Wärmeübergang von Wand an Wasser, liegen genauere Angaben nur für von Wasser durchströmte Röhren vor. Bei der vorliegenden Aufgabe handelt es sich aber um Wasser, das über die Röhren strömt. Die Verhältnisse lassen sich am ehesten mit denen vergleichen, die beim Vorbeiströmen an einer ebenen Wand herrschen. Hier gilt nach Versuchen von Joule[1]) $\alpha_2 = 300 + 1800\sqrt{w_1}$, wobei w_1 die Geschwindigkeit des Wassers in m/sec bedeutet. Allerdings findet durch das Aufschlagen des Wassers auf die Rohre eine starke Durchmischung statt, so daß man vielleicht auf höhere Werte kommen wird. Anderseits setzen sich auf die Rohre Unreinigkeiten ab, die den Wärmeübergang beeinträchtigen. Leider liegen genauere Versuche über die bei Berieselungsapparaten auftretenden Geschwindigkeiten nicht vor. Bei sehr geringer Dicke der herabrieselnden Wasserschicht wird man wegen der Adhäsion nur sehr geringe Geschwindigkeiten erwarten dürfen. Die Geschwindigkeit wird mit wachsender Schichtdicke zunehmen und sich den beim freien Fall auftretenden Geschwindigkeiten nähern. Bei schwacher Berieselung wird man mit einer über die ganze Höhe ziemlich gleichförmigen Geschwindigkeit rechnen können, sogar teilweise mit einer verzögerten, wenn das Wasserverteilungsrohr hoch über dem obersten Kondensatorrohr liegt. Bei stärkerer Berieselung wird selbstverständlich beschleunigte Bewegung auftreten. Hausbrand[2]) gibt an, daß bei einigermaßen sparsamem Wasserverbrauch die Geschwindigkeit des Wassers mit nicht viel über 0,2 m/sec angenommen werden kann. Das würde einem $\alpha_2 = 1100$ Cal/qm, ^{0} C, st entsprechen. Auf die Berücksichtigung der Verschiedenheit von k an den verschiedenen Stellen der Oberfläche soll hier verzichtet werden. Es ist von großer Wichtigkeit, den Wert von k so groß wie möglich zu machen. Denn wenn die Fläche F gegeben ist, so ist $(\vartheta - t)_m = \frac{Q}{F \cdot k}$. Diese Temperaturdifferenz wird um so kleiner, je größer k

[1]) R. Mollier, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1897, S. 5.

[2]) E. Hausbrand, Verdampfen, Kondensieren und Kühlen. Berlin, 1912, S. 359.

wird, und damit sinken auch der Arbeitsverbrauch und die Betriebskosten.

Nimmt man an, daß sich Ammoniak bezüglich der Wärmeabgabe ähnlich wie Wasserdampf verhält, so kann α_1 durch möglichst rasche Abführung des Kondensates vergrößert werden, α_2 kann durch Verstärkung der Berieselung verbessert werden.

Der Ausdruck $(\vartheta - t)_m$ stellt die mittlere Temperaturdifferenz vor. Er ist definiert durch die Gleichung:

$$(\vartheta - t)_m = \frac{\int dF\,(\vartheta - t)}{F}.$$

Die Größe von $(\vartheta - t)_m$ ist abhängig von der Temperaturverteilung über der Fläche. Ist die größte vorkommende Temperaturdifferenz $(\vartheta - t_o)$, die kleinste $(\vartheta - t_u)$, und setzt man $t_m = {}^1/_2\,(t_o + t_u)$, so ist $(\vartheta - t)_m = \vartheta - t_m$, wenn das Gesetz der Temperaturverteilung über der Fläche geradlinig ist. Ist es das nicht, so kann trotzdem dieser Wert beibehalten werden, wenn $\frac{\vartheta - t_o}{\vartheta - t_u} \leqq 2$ ist. Da bei den Berieselungskondensatoren von Kältemaschinen diese Bedingung im allgemeinen erfüllt ist, wird im nachstehenden $(\vartheta - t)_m = \vartheta - t_m$ gesetzt.

Gleichung 3.

Bestimmung der Wärmeabgabe durch Verdunstung.

Die durch Verdunstung pro qm und Stunde gebundene Wärmemenge ist $\Phi = R \cdot f$, wobei R die Verdunstungswärme in Cal/kg und f die Verdunstungsgeschwindigkeit, d. h. die in der Stunde pro qm verdunstende Wassermenge in kg sind.

Die Verdunstungswärme.

Über die Größe der Verdunstungswärme finden sich in der Literatur nur sehr wenige Angaben. Marr[1]) nimmt an, daß der Wärmeinhalt feuchter Luft gleich der Summe der Wärmeinhalte der trocknen Luft und des in ihr enthaltenen überhitzten Wasserdampfes ist. Auf demselben Standpunkt stehen Coffey und Horne.[2]) Danach würde also zum Verdunsten von 1 kg Wasser ebensoviel Wärme nötig sein, als erforderlich ist, um dieses Wasser in Dampf von der Temperatur der Luft und einer Spannung gleich dem Partialdruck des Wasserdunstes in der Luft zu verwandeln. So naheliegend diese Annahme ist, ist sie doch unrichtig, wie im folgenden gezeigt werden soll.

Die Verdunstungswärme setzt sich ebenso wie die Verdampfungswärme aus einer inneren und einer äußeren zusammen. Die innere Verdunstungswärme kann gleich der inneren Verdampfungswärme gesetzt werden, da bei den hier in Frage kommenden geringen Gesamtdrücken die innere Energie der Flüssigkeit und bei den niedrigen Partialdrücken des Dampfes die Energie des Dampfes vom Druck unabhängig ist. Es bleibt noch übrig, die äußere Verdunstungswärme zu bestimmen, die nicht von vornherein gleich der äußeren Verdampfungswärme gesetzt werden kann. Es sei

- τ die Temperatur der Luft und des Wassers,
- v_s das spezifische Volumen des gesättigten Wasserdampfes von der Temperatur τ in cbm/kg,
- p' die Spannung des gesättigten Wasserdampfes bei der Temperatur τ in mm Hg-Säule,
- φ_1 die anfängliche relative Feuchtigkeit der Luft,
- φ_2 die relative Feuchtigkeit nach Beendigung der Verdunstung,
- p der Gesamtdruck der feuchten Luft, der während der Verdunstung konstant bleibt.

Der Partialdruck der trockenen Luft ist anfänglich $p - \varphi_1 p'$ und nach der Verdunstung $p - \varphi_2 p'$.

Nimmt man eine beliebige Luftmenge, die beim Feuchtigkeitsgehalt φ_1 das Volumen V_1 hat und läßt bei gleichbleibender Temperatur und gleichbleibendem Gesamtdruck so viel Wasser verdunsten, daß der Feuchtigkeitsgehalt auf φ_2 ansteigt, so nimmt die Luft das Volumen V_2 an. Die Größe von V_2 ergibt sich aus der Tatsache, daß der Partialdruck der Luft von $p - \varphi_1 p'$ auf $p - \varphi_2 p'$ gesunken ist. Demnach ist:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p - \varphi_2 p'}{p - \varphi_1 p'}.$$

Wenn das spezifische Volumen des gesättigten Wasserdampfes v_s ist, dann ist das Volumen von 1 kg Dunst bei einem relativen Feuchtigkeitsgehalt φ: $v = \frac{v_s}{\varphi}$. Demnach ist das Gewicht des in dem Luftvolumen V_1 bzw. V_2 enthaltenen Wasserdampfes

$$G_1 = \frac{V_1 \cdot \varphi_1}{v_s}$$

und

$$G_2 = \frac{V_2 \cdot \varphi_2}{v_s}.$$

Soll das Gewicht des verdunsteten Wassers nun gerade 1 kg sein, so ist:

$$G_2 - G_1 = 1 = \frac{V_2\,\varphi_2}{v_s} - \frac{V_1\,\varphi_1}{v_s}$$

und wegen

$$V_2 = V_1 \frac{p - \varphi_1 \cdot p'}{p - \varphi_2 \cdot p'}$$

wird

$$1 = V_1 \left(\frac{p - \varphi_1 p'}{p - \varphi_2 p'} \cdot \frac{\varphi_2}{v_s} - \frac{\varphi_1}{v_s} \right)$$

oder

$$1 = V_1 \cdot \frac{p \cdot \varphi_2 - p'\,\varphi_1 \cdot \varphi_2 - p\,\varphi_1 + p'\,\varphi_1\,\varphi_2}{(p - \varphi_2 p')\,v_s},$$

$$1 = V_1 \, \frac{p\,(\varphi_2 - \varphi_1)}{(p - \varphi_2 p')\,v_s}.$$

[1]) Otto Marr, Das Trocknen und die Trockner. München, 2. Auflage.

[2]) A Theory of Cooling Towers Compared with Results in Practice A. S. R. E. Journal, November 1914. (Journal der American Society of Refrigeration.)

Mithin ist

$$V_1 = v_s \cdot \frac{p - \varphi_2 p'}{p\,(\varphi_2 - \varphi_1)}.$$

Hieraus ergibt sich ferner

$$V_2 = v_s \cdot \frac{(p - \varphi_2 p')\,(p - \varphi_1 p')}{p\,(\varphi_2 - \varphi_1)\,(p - \varphi_2 p')},$$

also

$$V_2 = v_s \cdot \frac{p - \varphi_1 p'}{p\,(\varphi_2 - \varphi_1)}.$$

Die Ausdehnung der feuchten Luft von V_1 auf V_2 ist mit einer Arbeitsleistung verbunden, deren Wärmeäquivalent die äußere Verdunstungswärme ist. Diese Arbeit ist:

$$L = (V_2 - V_1) \cdot p = v_s \cdot \frac{[p - \varphi_1 p' - (p - \varphi_2 p')]\,p}{p\,(\varphi_2 - \varphi_1)} = v_s \cdot p'.$$

Die äußere Verdunstungswärme ist also gleich der äußeren Verdampfungswärme bei der Temperatur des Wassers.

Obwohl sich also der Wasserdunst bei unvollständiger Sättigung der Luft im Zustande eines überhitzten Dampfes befindet, ist seine Gesamtwärme doch nicht größer als die des Sattdampfes gleicher Temperatur. Das kommt daher, daß der Vorgang der Verdunstung bei unvollständiger Sättigung der Luft im Gegensatz zum Verdampfen nicht umkehrbar ist.

Die Größe der Verdunstungswärme ist unabhängig davon, ob die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist oder nicht.

Ein Gemisch von Luft und Wasserdampf kann außer durch Verdunsten des Wassers in der Luft auch dadurch erzeugt werden, daß luftfreier Wasserdampf mit Luft, die frei von Wasserdampf ist (oder auch nicht), gemischt wird. Diese Mischung könnte in folgender Weise vor sich gehen:

Man nimmt 1 kg Wasser von der Temperatur τ und läßt es in einem Zylinder mit beweglichem Kolben verdampfen, während der auf dem Kolben lastende Druck p ist. Dann muß zugeführt werden: 1. die innere Verdampfungswärme ϱ, 2. das Wärmeäquivalent der am Kolben zu leistenden Gesamtarbeit, d. i. $A \cdot v_s \cdot p$ (unter Vernachlässigung des Flüssigkeitsvolumens). Ein Teil dieser Verschiebungsarbeit, nämlich $v_s \cdot p'$, wird durch den Dampf geleistet; der Rest muß auf andere Weise, wie, ist gleichgültig, von außen geleistet werden. Um den Dampf mit Luft zu mischen, kann man, um nichtumkehrbare Entspannungen zu vermeiden, das Luftvolumen V_1 von der Spannung p auf die Spannung p' isothermisch expandieren lassen. Die Luft nimmt dann das Volumen $V_1' = V_1 p/p'$ ein. Die aufzuwendende Gesamtarbeit ist, da die Ausdehnung gegen den konstanten Druck p erfolgt, $L' = (V_1' - V_1) \cdot p = V_1 \left(\frac{p}{p'} - 1\right) \cdot p$. Von diesem Energiebetrag ist der Anteil $V_1 \cdot p \cdot \ln \frac{p}{p'}$ der expandierenden Luft in Form von Wärme zuzuführen, um ein Herabsinken der Temperatur zu verhindern. Der Rest ist als äußere Arbeit am Kolben zu leisten, um die Druckdifferenz zu überwinden. Nachdem die Luft nunmehr die Spannung p' besitzt, kann die Mischung mit dem Wasserdampf von gleicher Spannung erfolgen. Dieser nichtumkehrbare Vorgang ist weder mit Arbeitsleistung noch mit Wärmebewegung verbunden. Das Gesamtvolumen ist jetzt: $V'' = V_1 \frac{p}{p'} + v_s$. Dieses Gemisch ist auf den Druck p zu komprimieren, wobei es das Volumen $V_2 = V'' \frac{p'}{p} = V_1 + v_s \frac{p'}{p}$ annimmt. Die Arbeit der Kolbenverschiebung ist:

$$L'' = (V'' - V_2) \cdot p = \left(V_1 \frac{p}{p'} + v_s - V_1 - v_s \frac{p'}{p}\right) \cdot p.$$

Dieser Energiebetrag wird bei der Verschiebung des Kolbens durch den äußeren Druck p geleistet; ein Teil davon, der Betrag $V_2 \cdot p \cdot \ln \frac{p}{p'}$, ist in Form von Wärme abzuführen, um ein Ansteigen der Temperatur zu verhindern, der Rest in Form mechanischer Arbeit, die an der Kolbenstange abzunehmen ist.

Der gesamte Arbeitsbetrag, für den die entsprechende Wärmemenge zuzuführen ist, ist demnach:

$$L = v_s p + L' - L''$$

$$= p \left(v_s + V \frac{p}{p'} - V_1 - V_1 \frac{p}{p'} - v_s + V_1 + v_s \frac{p'}{p}\right) = v_s \cdot p'.$$

Die gesamte Wärmemenge, die zum Verdunsten von 1 kg benötigt wird, ist also auch hier $R = \varrho + A v_s p'$ gleich der Verdampfungswärme.

Die Verdunstung des Wassers in der Luft ist ein nichtumkehrbarer Vorgang. Man kann sich aber auch eine umkehrbare Verdunstung vorstellen, wenn sie auch nicht ausführbar ist. Dann muß die Mischung von Luft und Wasserdampf in umkehrbarer Weise, also unter Leistung von Arbeit[1]) erfolgen.

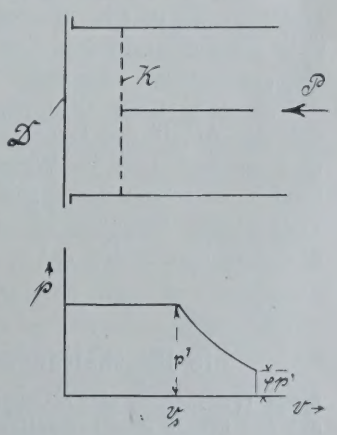


Abb. 1.

In Abb. 1 sei K ein Kolben, der für trockene Luft vollständig durchlässig, für Wasserdampf völlig undurchlässig sei. Bringt man nun zwischen Kolben und Deckel D 1 kg Wasser, so wird im Idealfall links gesättigter Wasserdampf vom Druck p' entstehen und unter diesem Druck wird der Kolben K nach rechts gehen und eine Arbeit leisten, wenn eine entsprechende Gegenkraft P vorhanden ist. Hat der Kolben das Volumen v_s durchlaufen, so sinkt bei weiterem Vorrücken die Dunst-

[1]) Vergl. W. Schüle, Technische Thermodynamik, 2. Band. S. 128.

spannung. Ist die Dunstspannung isothermisch auf $\varphi_2 p'$ gesunken, so hat der Dunst die Arbeit

$$L_d = v_s p' + v_s p' \cdot \ln \frac{1}{\varphi_2}$$

geleistet. Hierzu kommt die Luftausdehnungsarbeit L_l. Oben wurde festgestellt, daß zur Aufnahme von 1 kg Dunst das Volumen $V_1 = \frac{v_s (p - \varphi_2 p')}{p (\varphi_2 - \varphi_1)}$ erforderlich ist. Ist die Luft, wie hier angenommen sei, ganz trocken, φ_1 also gleich 0, so ist $V_1 = \frac{v_s (p - \varphi_2 p')}{p \cdot \varphi_2}$. Da der Partiaplruck der Luft von p auf $p - \varphi_2 p'$ sinkt, so ist die Luftausdehnungsarbeit

$$L_l = \frac{v_s (p - \varphi_2 p')}{\varphi_2} \ln \frac{p}{p - \varphi_2 p'}.$$

Die gesamte äußere Verdunstungsarbeit ist

$$L = v_s p' + v_s p' \cdot \ln \frac{1}{\varphi_2} + \frac{v_s (p - \varphi_2 p')}{\varphi_2} \cdot \ln \frac{p}{p - \varphi_2 p'}.$$

Besitzt die Luft von vornherein einen Feuchtigkeitsgehalt φ_1, so muß man dem Kolben die Eigenschaft zulegen, daß er für Wasserdampf völlig undurchlässig ist, wenn der Dampf von links nach rechts durchtreten will, daß er dagegen für den Durchtritt in entgegengesetzter Richtung völlig ohne Widerstand ist. Dann ist die äußere Verdunstungsarbeit

$$L = v_s p' + v_s p' \ln \frac{1}{\varphi_2} + \frac{v_s \cdot (p - \varphi_2 p')}{(\varphi_2 - \varphi_1) p} \cdot (p - \varphi_1 p') \ln \frac{p - \varphi_1 p'}{p - \varphi_2 p'}.$$

Halbdurchlässige Wände sind bekannt, solche, die nur in einer Richtung Durchtritt gewähren, in der anderen aber nicht, sind zwar nicht bekannt, jedoch denkbar. Man kann die Oberfläche der in die Luft hineindiffundierenden Dunstmasse als solche Membran auffassen. Es ist aber unmöglich, an diese Oberflächen Teile wie Kolbenstangen o. dgl. anzubringen, mit deren Hilfe man Arbeit nach außen ableiten könnte. Da also Arbeit nach außen nicht abgeführt wird, so verzehrt sich die Arbeit des Dunstes in molekularer Reibung und wandelt sich in Wärme zurück. Aus diesem Grunde übersteigt die äußere Arbeit bei der allein in Wirklichkeit vorkommenden, nichtumkehrbaren Verdunstung den Betrag $v_s \cdot p'$ nicht. (Forts. f.)

Die Haushaltungs-Kältemaschine.

Einige Bemerkungen über Schwierigkeiten bei der Konstruktion und dem Betrieb einer Hanshaltungs-Kältemaschine. Ergebnisse von Versuchen und Forschungen.

Von Peter Neff[1]).

Die Bezeichnung »Haushaltungs-Kühlmaschine« verwende ich im Gegensatz zu »Kleinkühlmaschine« und verstehe darunter, daß die Maschine für Kühlung im Haushalt bestimmt ist, für kleine Fleischschränke u.dgl., also an Stelle von Eis. Eine solche Maschine wird sehr viel verlangt; wenn man über die Absatzmöglichkeiten einer solchen Maschine nachdenkt, so kann man sich leicht ein Geschäft von ähnlichem Umfang vorstellen, wie mit dem Telephon, dem elektrischen Licht, dem Gas und anderen nutzbringenden Einrichtungen. Tatsächlich haben alle großen Gesellschaften, die Elektrizität oder Gas liefern, sich mit dem Gegenstand beschäftigt.

Die Versuche, eine derartige Maschine zu bauen, sind überaus zahlreich gewesen. Ich erwähne nur, daß sie sowohl das Absorptions- als auch das Kompressionsverfahren zur Grundlage nahmen, wobei das erstere den Interessen der Gasfabriken entsprach, während das letztere von den Elektrizitätsgesellschaften bevorzugt wurde. Die für die Ideen aufgewendeten Kosten sind sehr erhebliche, die Ergebnisse stehen in gar keinem Verhältnis dazu.

Ein Grund des Mißerfolges ist der, daß die Aufgabe so einfach erscheint, so daß verschiedene Leute ohne Erfahrungen in der Kältetechnik dazu verführt wurden und sich mit dem Gegenstand befaßt haben ohne Kenntnis der bereits begangenen Fehler, so daß dieselbe Arbeit immer und immer von neuem gemacht wurde. Soweit Kälteingenieure die Aufgabe bearbeitet haben, wurden die Leistungen vielfach aus zwei Gründen nicht bekannt. Erstens hatte er keinen Erfolg und redete nicht davon, und zweitens sind die meisten Leute aus der Kälteindustrie durch irgendwelche Umstände an weitergehende Interessen gebunden, insbesondere an solche der Eisfabriken, die naturgemäß der Haushaltkühlmaschine wenig freundlich gesinnt sind.

Ursprünglich bestand derselbe Gegensatz auch gegenüber den sog. Kleinkühlmaschinen. Obgleich heutzutage die meisten Maschinenfabriken mit Kleinkühlmaschinen ein gutes Geschäft machen, so hat sich doch die nachteilige Wirkung auf die größere Industrie nicht eingestellt, die man befürchtet hatte.

Warum hat aber die Haushaltungsmaschine keinen durchschlagenden Erfolg? Sie müßte in erster Linie betriebssicher sein, und das ist nicht immer erreicht worden. Bei allen Arten dieser Maschinen haben die Erfinder beabsichtigt, die Arbeitsweise selbsttätig zu machen, und sie sind in diesem Bestreben von dem Gedanken irregeführt worden, daß der Druck auf der Verdampferseite geregelt werden müßte.

Wahrscheinlich sind darüber die meisten gestolpert. Ich betreibe in meinem Hause eine Maschine, ohne auf die Saugspannung zu achten. Auf der Verdampferseite ist ein großer Vorrat von Ammoniak vorhanden, und was ich zu sichern suche, ist nur, daß ausschließlich flüssiges Ammoniak vom Verflüssiger zum Verdampfer überströmt. Wenn es jemandem gelingen sollte, einen Apparat ähnlich einem Kondenstopf zu bauen, der das flüssige Ammoniak in dem Maße, wie es sich im Kondensator bildet, automatisch in den Verdampfer abläßt, so würde er der Lösung des Problems der kleinen Maschinen wesentlich nähergekommen sein und

[1]) Aus Ice and Refrigeration, Oktober 1915.

würde gleichzeitig zu der Verbesserung unserer größeren Einrichtungen beigetragen haben. Mit einem beliebigen Ammoniakdruck auf der Verdampferseite je nach der Temperatur des den Verdampfer umgebenden Mittels und mit einem Kompressor, der das Gas bei jedem Verdampferdruck ansaugt, könnte die Aufgabe leicht gelöst werden.

Es ist aber schwer, den Zustand zu erhalten, bei welchem nur flüssiges Ammoniak vom Verflüssiger zum Verdampfer strömt. Zurzeit geschieht die Regelung nur dadurch, daß der Kondensatordruck unter einer gewissen Höhe gehalten wird. Sobald sich der Kondensator mit Flüssigkeit füllt, wird die für die Verflüssigung wirksame Fläche verringert, und der Druck steigt, wodurch ein federbelastetes Ventil geöffnet wird, das nach dem Verdampfer führt und die Flüssigkeit aus dem Kondensator austreten läßt. Hierdurch wird eine größere Kühlfläche freigegeben und ein Sinken des Druckes erreicht, wobei dann das federbelastete Ventil sich wieder schließt. Dieses Ventil braucht nicht dicht zu sein, denn es kann nichts passieren, solange die Undichtigkeit nicht größer ist, als die Maschine verarbeiten kann.

Die Schwierigkeit liegt nun darin, daß, sobald dem Kondensator weniger Kühlwasser oder wärmeres Kühlwasser zuströmt, der Kondensatordruck steigt und die ganze Flüssigkeit sowie auch Gas in den Verdampfer einströmt. Daher versagt die automatische Regulierung, wenn nicht noch eine Vorrichtung angebracht wird, durch welche der Kondensatordruck die Wassermenge reguliert. Eine solche kompliziert aber die Sache in unerwünschter Weise. Wenn aber eine Abscheidevorrichtung, durch welche nur das verflüssigte Gas nach der Verdampferseite überströmen kann, angebracht wird, so können die Drücke vernachlässigt werden. Indessen beeinflußt bei solchen Maschinen ein zu großer Kondensatordruck die Kälteleistung in erheblichem Maße.

Selbst wenn der Wasserzufluß selbsttätig geregelt wird, so kann doch nicht erwartet werden, daß derjenige, welcher die Maschine im Hause bedient, beurteilen kann, ob die Maschine günstig arbeitet. Da der Wasserverbrauch verhältnismäßig klein ist, so besteht die Gefahr, daß die Öffnung, durch die das Wasser zuströmt, sich verengt und dadurch der Zufluß verringert wird, was eine Verminderung der Leistung, ja ein Versagen der Maschine herbeiführen kann.

Abgesehen von der Beobachtung des Wasserzuflusses hat die Maschine, die ich benutze und die einen Verdichter üblicher Bauart besitzt, mehr als sechs Monate ohne Beaufsichtigung gearbeitet. Aber wenn ich eine oder zwei Wochen von zu Hause abwesend war, arbeitete die Maschine infolge Störung des Wasserzuflusses nicht mehr günstig.

Die Wasseranschlüsse sind oft eine lästige Beigabe dieser kleinen Maschinen. So hat man luftgekühlte Kondensatoren mit einigem Erfolg versucht, wobei ein Ventilator für die Luftzirkulation verwendet wurde.

Bei Absorptionsmaschinen gibt es noch besondere Schwierigkeiten, indem bei den kleinen mit Unterbrechungen arbeitenden Einrichtungen der Absorber so starken Temperaturänderungen ausgesetzt ist, daß seine Lebensdauer darunter leidet. Das Absorptionssystem besitzt vor dem Kompressionssystem den Vorzug der Geräuschlosigkeit, aber anderseits ist sie so verwickelt, daß leicht eine Störung auftritt.

Das Kompressionssystem hat zwei unangenehme Beigaben. Die erste ist das Geräusch. Elektromotoren bilden den zweckmäßigen Antrieb für diese Maschinen. Diese geräuschlos zu machen, hat sich bisher als unmöglich erwiesen, insbesondere wenn sie oben auf einem Kühlschrank in einer ruhigen Küche stehen. Die Kühlmaschine, die ich betreibe, steht im Keller und wird doch in dem größeren Teile des Hauses gehört, was ich nicht dulden würde, wenn ich nicht an den Ergebnissen interessiert wäre. Wer eine Kompressionsmaschine verwenden will, muß sich gegen diesen Übelstand schützen. Die zweite Störung bei Maschinen des Kompressionssystems rührt von dem Schmieröl für die bewegten Teile her. Ein Teil des Schmieröles findet seinen Weg in das Verdampfersystem, wo es als Schmiermittel nichts nutzt, aber viel Schaden stiften kann.

Ich habe Gelegenheit gehabt, eine große Anzahl solcher Haushaltungsmaschinen zu besichtigen und in einigen Fällen Versuche damit zu machen. Nach meiner Kenntnis ist das Problem bis jetzt noch nicht gelöst, wenn auch in einigen Fällen solche Maschinen lange Zeit tadellos gearbeitet haben.

Eine weitere Frage, die bei der Behandlung dieser Aufgabe Beachtung finden muß, ist die der Kosten für den Käufer. Es gibt Leute, die dafür bezahlen wollen wie für einen Luxusgegenstand. Aber die meisten müssen sich doch die Anlagekosten überlegen. Wenn die Einrichtung für die Allgemeinheit bestimmt sein soll, so muß der Kaufpreis in einem gewissen Verhältnis zu dem Nutzen stehen. Wahrscheinlich wird für einen gewöhnlichen Haushalt ein Betrag von 600 M. schon eine reichlich große Ausgabe sein.

Was die Betriebskosten anbelangt, so glaube ich, daß sie in der Regel die Kosten des Eises für denselben Zweck nicht überschreiten werden.

Hierbei muß aber noch folgender Gesichtspunkt beachtet werden. Es besteht in den Privathaushaltungen die irrtümliche Ansicht, daß ihr Eisschrank kälter sei, als er es in Wirklichkeit ist. Wenn Sie jemandem sagen, sein Eisschrank sei selten kälter als 16° C, so wird er es nicht glauben. Wenn er aber ein Thermometer einlegt, so wird er es selbst feststellen. Wenn nun eine Kühlmaschine eingebaut wird, so verlangt man, daß der Schrank bis unter 4° C gekühlt werden soll, was bei den billigen Eisschränken, wie sie auf dem Markt zu finden sind, nicht erreicht werden kann. Wenn nun an Hand eines Thermometers der Versuch gemacht wird, den Schrank so tief wie möglich zu kühlen, so ergibt sich ein Verbrauch an Elektrizität oder anderer Betriebskraft, der wesentlich

höher als vorausgesehen und als erforderlich ist. Der Kühlschrank, den ich verwende, hat nur auf der oberen Seite Öffnungen, ist mit Kork isoliert und besser gebaut als die gewöhnlichen Eisschränke. Wenn ich aber den Versuch machen wollte, diesen Schrank bis auf 7° C zu kühlen, so würden die Betriebskosten viel zu hohe sein. Tatsächlich zeigt das in der Mitte des Schrankes angebrachte Thermometer im Durchschnitt 10° C, und alle Waren halten sich gut.

Als Erwiderung hierauf bekommt man zu hören, man solle eine thermostatische Regelung anbringen, so daß die Kraft nur nach Bedarf verbraucht wird. Das ist wohl ausführbar, kompliziert aber die Einrichtung. Ich habe gefunden, daß eine thermostatische Regelung sich für langsames Öffnen und Schließen einer Zuleitung eignet, aber nicht befriedigend arbeitet, wenn es sich z. B. um die Bedienung eines elektrischen Schalters handelt.

Ohne Zweifel ist keine der Schwierigkeiten, die ich erwähnt habe, unüberwindlich, aber innerhalb einer ganz kleinen Kühleinrichtung können diese Schwierigkeiten in der verschiedensten Weise zusammentreffen.

Für den Preis, zu welchem solche kleinen Maschinen geliefert werden sollen, kann eine Firma nicht jedesmal einen Monteur schicken, wenn die Köchin sich nicht zu helfen weiß, und anderseits will auch der Hausvater nicht für den Monteur etwas bezahlen, und doch muß irgendeiner die Kosten tragen. Diese Schwierigkeit hat schon oft den Gewinn aufgezehrt, der bei der ersten Lieferung erzielt wurde.

Eine neue Kleinkältemaschine.[1])

Im Oktoberheft der Zeitschrift Refrigerating World ist eine neue automatische Kleinkältemaschine beschrieben, die von der Firma Escher, Wyß & Co., Zürich und Ravensburg, auf den Markt gebracht wird und in der Schweizer Ausstellung in Bern zu sehen war.

Die Maschine arbeitet mit Chlormethyl. Abb. 2 zeigt die Gesamtanordnung der Kältemaschine, die durch einen Drehstrommotor angetrieben wird und mit diesem vollständig eingekapselt ist. (Abb. 3 ihre äußere Ansicht.) Der Anker 3 des Drehstrommotors *M* sitzt auf einer senkrechten Welle, an deren unterem Ende die Kurbel des Kompressors befestigt ist. Das Gewicht des Rotors mit Welle wird durch ein Kugellager aufgenommen. Der Kolben 5 ist mit der Pleuelstange starr verbunden, während der Zylinder um vertikale Zapfen schwingt. Die Schwingbewegung des Zylinders wird zur Steuerung der Einlaßschlitze, welche die Saugventile vertreten, benutzt. Der Saugraum 6 liegt über dem Zylinder, die obere Zylinderfläche ist als Spiegel ausgebildet; die unter dem unteren Zapfen liegende Feder drückt den Zylinder nach oben und bewirkt die Abdichtung des Schieberspiegels. Auf der Unterseite des Zylinders liegen die selbsttätigen federbelasteten Druckventile, die nach dem Druckraum 7 führen, der gleichzeitig als Glyzerinabscheider wirkt. Ein senkrechtes Röhrchen führt nach dem oberen Druckraum 8, wo sich die Hauptmenge Glyzerin befindet, das durch das Röhrchen mit nach oben steigt. Von 8 wird der Dampf durch das horizontale Rohr hin in Schraubenwindungen um das innere Gehäuse herumgeleitet. Durch den Raum zwischen dem mittleren und dem äußeren Gehäuse strömt Kühlwasser, das bei 11 zu- und bei 12 abfließt, und auch hier sind schraubenförmige Rippen angebracht, die eine Erhöhung der Wassergeschwindigkeit bewirken. Das Kondensat sammelt sich im Raume 9, an dessen tiefster Stelle sich die Drosselscheibe 13 befindet. Der Zusammenbau des Kompressors mit dem Kondensator ist durch

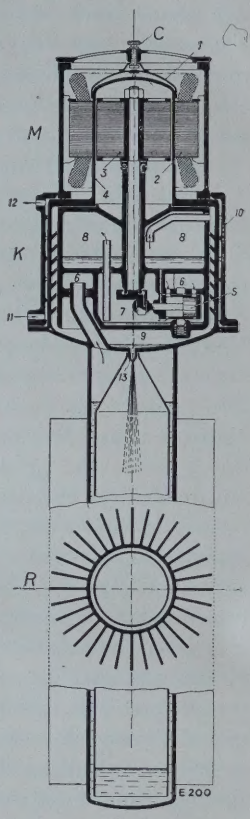


Abb. 2.

DRP. 282533 (vgl. Heft 5, 1915 dieser Zeitschrift) geschützt. Abb. 4 gibt die Zeichnung der Patentschrift wieder. Sie unterscheidet sich von der Ausführung nur dadurch, daß Saug- und Druckorgane vertauscht sind. Der Verdampfer ist ein 1 bis 1,5 m langes zylindrisches gußeisernes Gehäuse, das außen mit zahlreichen senkrechten Rippen versehen ist. Im Innern des Verdampfers befindet sich ein etwas engerer Blechzylinder, der nach der Drosselscheibe zu verjüngt ist und sich an diese anschließt und nach unten bis nahe an den Boden des äußeren Gehäuses geführt ist. Unten bleibt ein schmaler Ring frei. Das flüssige Chlormethyl spritzt in den inneren Zylinder ein, sammelt sich unten an und steigt in dem Raum zwischen den beiden Zylindern hoch. Infolge der Dampfbildung im Zwischenraum und der dadurch bewirkten Verringerung des spezifischen Gewichtes der Flüssigkeit, steigt diese im Zwischenraum hoch, so daß die ganze Verdampferfläche mit Flüssigkeit bedeckt und eine sehr gute Kälteabgabe erzielt wird. Die Dämpfe strömen durch das schräg nach

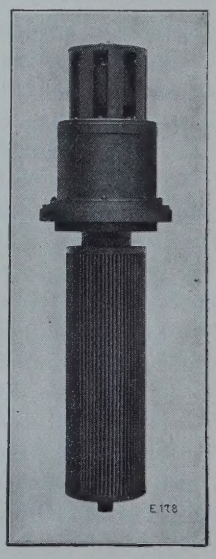


Abb. 3

[1]) Vorgetragen im Berliner Kälteverein am 8. Dezember 1915. Vgl. Seite 11.

links aufsteigende Rohr in den Saugraum 6, von wo aus das Spiel von neuem beginnt. Um die Schwierigkeiten, die mit einer Stopfbüchse, namentlich bei Chlormethyl verbunden sind, zu vermeiden, ist die Welle mitsamt dem Rotor in ein Gehäuse 4 einge-

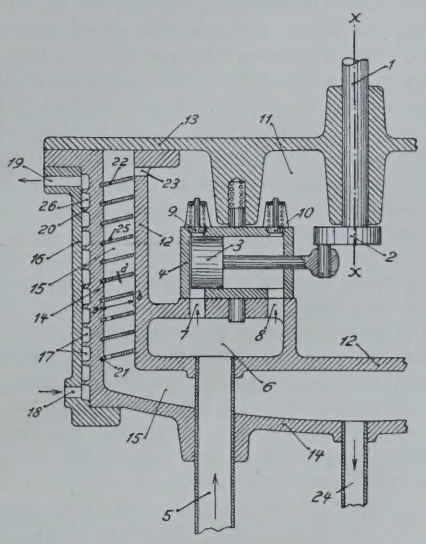


Abb. 4.

schlossen, so daß kein Teil nach außen hindurchgeführt werden muß. Es ist zu erkennen, daß diese Konstruktion nur bei Drehstrom möglich ist. Bei geschlossenen Maschinen ist es natürlich von größter Wichtigkeit, dafür zu sorgen, daß alle reibenden Flächen stets

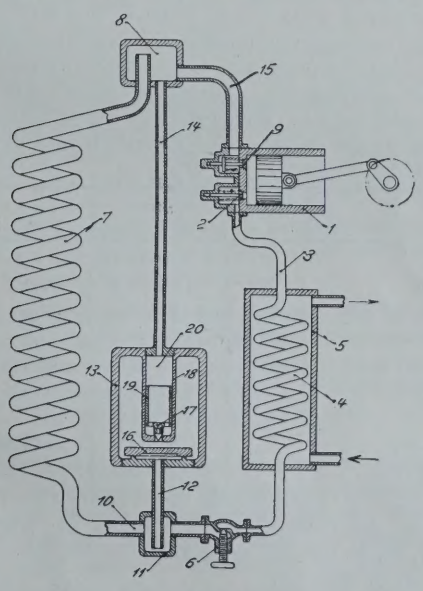


Abb. 5.

geschmiert werden und daß verhindert wird, daß sich das Schmiermittel an irgendeiner Stelle der Maschine ansammelt. Dieser Forderung wird hier in sehr geistreicher Weise entsprochen. Auf dem Boden des Raumes 8 (Abb. 2) lagert die Hauptmenge des Glyzerins und wird durch die in der Abbildung angedeutete Bohrung nach dem Schieberspiegel und der Führungsbüchse der Pleuelstange geführt. Im Raum 7 sammelt sich das mitgerissene Glyzerin zum Teil in der kleinen Schale, zu welcher die Kurbel ausgebildet ist und von der eine Bohrung nach der Lauffläche des Kurbelzapfenlagers führt, zum Teil am Boden des Gefäßes 7, von wo aus es von Zeit zu Zeit durch den Dampf nach 8 gedrückt wird. Da aber die Glyzerinabscheidung in 8 keine vollständige ist, so gelangt immer etwas in den Verdampfer und im Verlaufe längerer Zeit würden schließlich beträchtliche Mengen am Boden des Verdampfers liegen und die Maschine unwirksam machen.

Die Abführung dieses Glyzerins erfolgt nach DRP. 279360 (vgl. Heft 3, 1915, Abb. 13). Die Zeichnung des Patentes ist in Abb. 5 noch einmal wiederholt. Der Zusammenbau der Vorrichtung, der in Abb. 2 nicht angedeutet, aber in Abb. 3 unten erkennbar ist, erfolgt nach Abb. 6. An den unteren Teil des Verdampfers ist ein Rohr h (12 in Abb. 4) angeordnet, das nach dem Raum g (in Abb. 4 mit 13 bezeichnet) führt. Die Eintrittstelle wird durch das Ventil k (16) geschlossen. In dem Gefäß g befindet sich ein zweites i (18), das mit g durch eine Öffnung verbunden ist, die durch ein weiteres Ventil (17) geschlossen ist. Der Raum über diesem ist mit dem Raum 6 der Abb. 2 durch das Röhrchen r_3 (14) in Verbindung, das durch das größere Verbindungsrohr zwischen dem Verdampfer und Raum 6 hindurch geführt ist und nach 6 ausgießt.

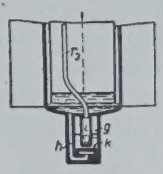


Abb. 6.

Die Rückführung des Glyzerins geht in folgender Weise vor sich: Wenn die Maschine in Betrieb ist, so sind in der Abb. 5 die Spannungen in den Räumen 8, 14, 20, 13 und 10 nahezu gleich. In 11 hat sich Glyzerin angesammelt. Wird nun die Maschine stillgesetzt, so gleicht sich der Druck zwischen Kondensator und Verdampfer aus, da ja die Drosselöffnung nicht verschlossen wird. Im Raum 13 bleibt aber zunächst die Saugspannung bestehen. Infolgedessen wird durch den Überdruck in 10 das Ventil 16 gehoben und das Glyzerin aus 11 nach 13 gedrückt. Hat sich so der Druck zwischen 13 und 10 ausgeglichen, dann setzt sich das Ventil 16 wieder auf seinen Sitz. Wenn die Maschine wieder in Gang gesetzt wird, dann wird sich in 14 wieder Saugspannung einstellen. Da in 13 noch eine höhere Spannung herrscht, wird das Ventil 17 gehoben und das in 13 angesammelte Glyzerin wird in das Rohr 14 gedrückt und gelangt in den Saugraum und mit dem angesaugten Dampf in den Kompressor und in den Kreislauf.

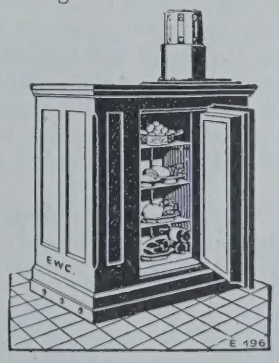


Abb. 7.

Die Maschine erscheint besonders für Kühlung von Schränken geeignet, wird aber auch zur Erzeugung

geringer Eismengen eingerichtet. Abb. 7 zeigt einen Kühlschrank mit eingebauter Maschine.

Die neue Maschine hat gegenüber der Audiffrenschen, mit der sie ja einzelne konstruktive Gedanken gemein hat, den Vorteil, daß äußerlich kein bewegter Teil ist, daß Riemen o. dgl. nicht vorhanden sind. Beiden gemein ist die vollständige Geschlossenheit und die Unmöglichkeit von Eingriffen, was ein Vorteil, aber unter Umständen auch ein schwerer Nachteil ist. Es braucht kaum betont zu werden, daß das Wasser wegen der engen Wege zwischen dem äußeren und mittleren Gehäuse der Abb. 3 durchaus rein sein muß und nicht absetzen darf, da sonst bald die Querschnitte verschlossen sein dürften.

Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, daß Drehstrom zum Antrieb des Motors verwendet werden muß. Ist nur Gleichstrom vorhanden, so wird ein Gleichstrom-Drehstrom-Umformer geliefert, der dann der einzige äußerlich bewegte Teil ist.

Es ist wohl anzunehmen, daß die neue Maschine weite Verbreitung finden wird. Sie stellt jedenfalls eine geistreiche Lösung der sehr schwierigen Aufgabe dar.

Krause.

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Flow of superheated ammonia through orifices. Calculation of sizes of ammonia safety valves. E. F. Miller. America Society of Refrigerating Engineers Journal. **2**, Heft 3.

On the Hall effect and the change of the electric resistance in a transverse magnetic field at low temperatures, down to the melting point of hydrogen. Bengt Beckman. Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden. Supplement Nr. **40** to Nr. 145—156.

Dampfdrucke flüssiger Stoffe bei niedrigen Temperaturen. C. Drucker, E. Jiméno, W. Kangro. Zeitschrift für physikalische Chemie, **90**, Heft 5, S. 513.

Kälteverwendung.

Temperatur, Feuchtigkeit und Taupunkt der Luft in Kühl- und Gefrierräumen. Richard Stetefeld, Eis- und Kälteindustrie, **17**, Heft 11.

Es wird darauf hingewiesen, daß das Feuchtwerden des Kühlgutes dann erfolgt, wenn seine Temperatur unterhalb des Taupunktes der Raumluft liegt. Dieser Zustand tritt leicht bei zu großen und schlecht angeordneten Betriebspausen auf und kann nicht durch übermäßig tiefes Kühlen vor Einstellen des Betriebes behoben werden. In mehreren Diagrammen wird der Einfluß der Betriebspausen gezeigt.

Kühllagerung von Hopfen. J. Bill. Eis- und Kälte-Industrie, **17**, Heft 12, S. 137.

Verflüssigung von Luft.

Die Anlage zur Erzeugung flüssiger Luft für Sprengzwecke auf der Gottessegengrube in Antonienhütte (O.-S.). P. Bernstein. Glückauf, **51**, Heft 51, S. 1235.

Verschiedenes.

Refrigeration in France (Die Kältetechnik in Frankreich). L. Marchis. Ice and Refrigeration. **49**, Heft 4, S. 162.

Im September 1915 hielten The American Association of Refrigeration (Der Amerikanische Kälteverein) und The American Society of Refrigeration Engineers (Der Amerikanische Verein der Kältetechniker) bei Gelegenheit des Internationalen Ingenieurkongresses in San Francisco eine gemeinsame Sitzung ab, in der Professor L. Marchis über den Stand der Kältetechnik in Frankreich berichtete. Zunächst sprach er über Claudes Verfahren der Verflüssigung und der Trennung der Luft in Sauerstoff und Stickstoff, über die Bereitung von Wasserstoff aus Wassergas und die Abscheidung der seltenen Gase aus der Luft. Weiter beschrieb er Claudes Verfahren, die Alkohol- und Äthermengen, die bei gewissen Vorgängen, z. B. bei der Herstellung von Schießpulver verdunsten, wiederzugewinnen. Das Verfahren ist folgendes: 1. Die Luft, die Dämpfe von Wasser, Alkohol und Äther enthält, wird auf 4 bis 6 Atm. verdichtet und auf Lufttemperatur abgekühlt, wonach sie mit Wasserdampf gesättigt ist. 2. Bei Kühlung mit Wasser wird ein erheblicher Teil des Wasserdampfes niedergeschlagen werden, der ein wenig Alkohol und Ätherdampf mitnimmt. 3. Die so behandelte Luft durchströmt die senkrechten Röhren eines Kondensators (recoverer) von unten nach oben, die von kalter Luft im Gegenstrom umspült werden. Die äußere Luft hat oben -120^0 C und wird nach unten immer wärmer. Die innere Luft wird nach oben immer kälter (bis -90^0 C) und scheidet in immer größerem Maße ein Gemisch von Wasser, Alkohol und Äther ab, dessen Gefrierpunkt unterhalb der jeweiligen Lufttemperatur liegt und das sich am Boden des Verflüssigers ansammelt. Die oben austretende Luft hat nur noch eine Ätherdampfspannung von 0,5 mm Hg, ist also praktisch frei von Äther. 4. Die verdichtete, von den Beimischungen befreite Luft wird unter Arbeitsleistung entspannt, kühlt sich dabei auf -120 bis -130^0 C, wird in den Kondensator zurückgeführt und umspült die Rohre. Marchis spricht dann über die Gesetze der Wärmeleitung und Versuche von Biquard, über Isoliermaterialien. Dieser hat festgestellt, daß javanischer Kapock mit einem spez. Gewicht von 0,0157 eine Leitfähigkeit $\lambda = 0{,}034 \frac{\text{Cal}}{^0\text{C, m, st}}$ hat, und daß feuchtes Isoliermaterial erheblich schlechter isoliert als trocknes. Des weiteren trägt M. seine Vorschläge zur Beurteilung von Kältemaschinen vor, die er bereits 1913 in Chicago mitgeteilt hatte. Er berichtet weiter über die verschiedenen französischen Fabriken von Kältemaschinen, die von ihnen gebauten Gattungen, ohne jedoch Neues zu bringen. Es folgt eine Beschreibung der fahrbaren Kältemaschinenanlage des französischen Kältevereins sowie schließlich eine Zusammenstellung der in Frankreich arbeitenden Kältemaschinen unter Angabe der Größe, des Kältemittels und des Verwendungszweckes. Es sind in Betrieb:

	Zahl	Leistung Cal/St.	% der Gesamt-Zahl	% der Gesamt-Leistung
Ortsfeste Anlagen:				
Ammoniak	669	51 653 000	31,2	70
Schweflige Säure .	854	13 234 000	39,9	18
Kohlensäure . . .	289	7 217 000	13,5	9,8
Chlormetyl	297	295 000	13,6	0,4
Wasserdampf . . .	9	1 346 000	0,4	1,8
auf Schiffen:				
Kohlensäure . . .	7	540 000	zur Kühlung von Munition.	
Wasserdampf . . .	21	1 912 000		

Außerdem sind 82 Kühlschiffe und 360 Kühlwagen vorhanden.

Studienreise des Österreichischen Vereines für Kälteindustrie vom 18. bis 30. Oktober 1915. Zeitschrift für Eis- und Kälte-Industrie, **8**, Heft 5/6.

Bücherbericht.

(Besprechung vorbehalten.)

Alle hier erwähnten und besprochenen Schriften sind zu beziehen durch die Buchhandlung R. Oldenbourg, München, Glückstr. 10.

Hilfstabellen zur Berechnung von Warmwasserheizungen, herausgegeben von H. Recknagel. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin. Preis geheftet 4,50 M.

Kleine Mitteilungen.

Am 8. Dezember hielt der **Berliner Kälteverein** seine Dezembersitzung ab. Satzungsgemäß wurde der Vorstand neu gewählt, und zwar

zum Vorsitzenden Herr M. Krause,
zu seinem Stellvertreter Herr Cattaneo,
zum Schriftführer Herr Bender,
zu seinem Stellvertreter Herr Heyn,
zum Schatzmeister Herr Stetefeld.

Zu Rechnungsprüfern wurden die Herren Merkel und Korte bestimmt. Herr Krause berichtete über die von der Firma Escher Wyß auf den Markt gebrachte Kleinkältemaschine Autofrigor. Der Bericht ist in diesem Heft abgedruckt. In der lebhaften Besprechung wurden die Einwände vorgebracht, die gegen derartige geschlossene Maschinen im allgemeinen zu erheben sind, daß es nämlich unmöglich ist, sie bei einer Betriebsstörung an Ort und Stelle durch einen beliebigen Monteur in Ordnung bringen zu lassen, sondern daß man sie nach der Fabrik zurücksenden muß. Diese Tatsache mache die Maschinen für das Überseegeschäft vielfach ungeeignet. Es wurde auch hingewiesen auf das, was Peter Neff betont — vgl. S. 6 dieses Heftes —, daß diese Maschinen bei Unregelmäßigkeiten der Wasserzuführung, die leicht auftreten, versagen. Ob diese Bedenken berechtigt sind, wird der Erfolg der Maschine entscheiden.

Der Magistrat zu **Königsberg** hat folgende Bekanntmachung erlassen: **Verkauf von Schweinefleisch.** Mit der Abgabe einer beschränkten Menge von Schweine-Gefrierfleisch aus den städtischen Beständen ist begonnen worden. Die Ladenfleischer, welche dieses Fleisch empfangen haben, sind verpflichtet, es in Mengen von 1 oder 2 Pfund an den einzelnen Verbraucher zu den für frisches Fleisch vorgeschriebenen Preisen abzugeben und dürfen das Fleisch nicht zu Wurst oder Dauerware verarbeiten. Das Fleisch ist, um längere Zeit unverändert zu bleiben, dauernd stark gefroren gewesen. Es wird vor dem Verkauf nach Möglichkeit aufgetaut. Soweit — insbesondere an den starken Stellen — der Auftauvorgang im Innern nicht ganz beendet ist, kann das vollständige Auftauen vom Käufer besorgt werden. Das geschieht zweckmäßig in der Weise, daß kurz vor dem Kochen oder Braten das Fleisch etwa eine halbe Stunde lang in kaltes Wasser gelegt wird. Fleisch, welches gekocht werden soll, muß mit heißem Wasser angesetzt werden, um saftig zu bleiben. Gefrorenes gewesenes Fleisch muß möglichst schnell verbraucht werden, da es länger als 1 bis 2 Tage nicht haltbar ist, insbesondere dann, wenn ein Umschlag zu warmer Witterung zu erwarten ist.

Warnung vor ausländischen Spähern. Es ist die Wahrnehmung gemacht worden, daß bei der Industrie häufig Personen erschienen, welche sich als Revisoren eines Generalkommandos oder einer Kriegsgesellschaft ausgaben, nach den angestellten Untersuchungen jedoch hierzu keinen behördlichen Auftrag hatten.

Da der Verdacht nicht von der Hand zu weisen ist, daß es sich in vielen Fällen um Agenten des Auslandes handelt, welche durch Einblick in industrielle Betriebe Material über die wirtschaftliche Lage Deutschlands und namentlich über die noch vorhandenen Rohstoffvorräte zu erhalten suchen, werden die in Frage kommenden industriellen Kreise dringend gewarnt, unbekannten Personen irgendwelche Auskunft zu erteilen oder den Zutritt zu den Fabrikations- oder Lagerräumen zu gestatten.

Die zur Vornahme von Revisionen berechtigten uniformierten und nicht uniformierten Personen sind sämtlich im Besitze entsprechender Ausweise und haben Anweisung, diese vor Beginn der Revision vorzuzeigen.

Zuschrift an die Redaktion.

Geehrte Redaktion!

Jahrgang 1899 Ihrer Zeitschrift enthält auf den Seiten 132/133 bzw. 194/195 unter der Überschrift »Über eine Eigenschaft der schwefligen Säure« Ausführungen, die, soweit sie aus meiner Feder stammen, nicht allseitig so verstanden worden sind, wie ich sie verstanden wissen wollte.

In der damaligen Zeit stand einerseits die Frage der Zweckmäßigkeit bzw. Notwendigkeit regelmäßiger Untersuchung der in »Kältemaschinen« kreislaufenden flüchtigen Kälteträger, insbesondere auf Wasserhaltigkeit, im Vordergrunde des Interesses, andererseits wurde nicht allgemein zugegeben, daß bei den auf der jeweiligen Saugseite mit Unterdruck arbeitenden Schwefligsäuremaschinen Luft und somit Feuchtigkeit eingesaugt wird bzw. werden kann.

Ich gab deshalb eine Erklärung dafür, daß bei der Untersuchung der in »Schwefligsäuremaschinen« arbeitenden schwefligen Säure überschüssiges Wasser nicht festgestellt wird, und stellte die bestimmte Behauptung auf, es sei zweifellos, daß Luft und Luftfeuchtigkeit häufig in das Innere dieser Maschinen eindringt. Die Erklärung stützte ich mit der Tatsache, daß aus Wasser und schwefliger Säure bei tiefen Temperaturen kristallinisches Gebilde entsteht. Mir war damals nur bekannt, daß bei -5^0 C Kristalle von der Zusammensetzung $H_2SO_3 + 14\,H_2O$ entstehen, daß Dr. A. Lange neuerlich ausgeführt hatte: »Bei der Behandlung der im offenen Glase befindlichen, also unter -10^0 C abgekühlten schwefligen Säure scheidet sich ... ein Hydrat der schwefligen Säure in fester Form aus«. Dr. Munkert wurde in dankenswerter Weise veranlaßt, sich zu meiner Erklärung zu äußern und stellte aus der Literatur fest, daß das von mir angezogene, von Dr. A. Lange bestätigte kristallinische Hydrat der schwefligen Säure vielfach Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung gewesen ist, daß festgestellt war: »Wenn man Schwefligsäuregas in Wasser leitet, das durch Einstellen in Schnee oder Eis abgekühlt ist, oder wenn man eine gesättigte Lösung des Gases auf niedere Temperatur bringt, so entsteht eine blättrig-kristallinische Masse, eine Verbindung der schwefligen Säure und Wasser, welche sich durch Pressen zwischen hinreichend kaltem Filtrierpapier von der anhängenden Flüssigkeit befreien läßt«, und ferner, daß verschiedene Forscher verschiedene Zusammensetzungen gefunden haben, $H_2SO_3 + 6\,H_2O$, $H_2SO_3 + 8\,H_2O$, $H_2SO_3 + 10\,H_2O$, $H_2SO_3 + 14\,H_2O$, deren Schmelztemperatur bis zu $+14^0$ C beträgt, und daß die geschmolzenen Kristalle eine Flüssigkeit ergeben, die sich in flüssiges Anhydrid und wässerige flüssige schweflige Säure scheidet. Die Verbindung $H_2SO_3 + 6\,H_2O$ ist von A. Geuther durch Einleiten von schwefliger Säure in 3 bis 4^0 kaltes Wasser gewonnen und als festes Schwefligsäurehydrat bezeichnet worden.

Meine Erklärung ging folgerichtig dahin, daß kein freies Wasser in der flüssigen schwefligen Säure (kreislaufenden) festgestellt werden dürfte, weil sich bei dem Durchgang durch das Regelventil, also bei der plötzlichen Selbstkühlung der schwefligen Säure aus im Kondensator vorhandenem Wasser und schwefliger Säure, festes kristallinisches Schwefligsäurehydrat $H_2SO_3 + n\,H_2O$ bildet.

Daß dies »tatsächlich« der Fall ist, hatte ich in der Praxis erfahren (vgl. S. 195/1899). Im Jahre 1888 wurde die Füllung einer »Schwefligsäuremaschine«, soweit sie sich in dem Tauchkondensator befand, in den Verdampfer übergelassen, um aus irgendwelchen Gründen den Rohrschlangenapparat des Tauchkondensators öffnen zu können. Der Tauchkondensator war für Speisung mit Quellwasser eingerichtet. Nach der erfolgten Öffnung des Rohrschlangenapparates wurde das Quellwasser aus Versehen angestellt, und es gelangte Wasser in den geöffneten Rohrschlangenapparat. Der Kühlbetrieb sollte schleunigst wieder aufgenommen werden, zu gründlicher Austrocknung des Rohrschlangenapparates fehlte es an Zeit, es blieb mehr Wasser

in ihm zurück, als angenommen wurde. Der Apparat wurde wieder geschlossen und der Kompressor bei geschlossenem Regelventil in Betrieb gesetzt, also schweflige Säure aus dem Verdampfer in den Kondensator überführt. Bei erreichten, betriebsmäßigen Manometeranzeigen wurde das Regelventil geöffnet. Alsbald versagte der Übertritt flüssiger, schwefliger Säure aus dem Kondensator in den Verdampfer, die Flüssigkeitsleitung mußte verstopft sein. Durch Auflegen heißer, nasser Tücher wurde die Verstopfung nicht behoben. Die Flüssigkeitsleitung zwischen Regelventil und Verdampfer mußte in einzelnen Teilen losgenommen und mittels Dampfstrahl von ihren Verstopfungen befreit werden. Nicht Eispfropfen, sondern sehr harte und schwer schmelzbare Pfropfen aus kristallinischer Masse bestehend, wurden herausbefördert. Nach Aussehen, Geruch und bleichender Wirkung, mittels Auge, Nase und grünem Laub geprüft, konnte mit aller Bestimmtheit angenommen werden, daß die Schmelzflüssigkeit die Eigenschaften hatte, die sie als »Mischung von flüssigem Anhydrid und wässeriger flüssiger schwefliger Säure« kennzeichnen mußte.

Ich folgerte, daß eine Verbindung von SO_2 mit H_2O möglich sei, durchsuchte die Literatur, fand nach Jahren Aufklärung, später erst die Bestätigung durch Dr. A. Lange, und nahm dann Veranlassung zu der erfolgten Veröffentlichung. Nach dem geschilderten Vorgange wurde die flüssige, in der betreffenden »Maschine« arbeitende schweflige Säure auf Wasserhaltigkeit untersucht und wasserfrei befunden.

Aus der verhältnismäßig großen Wassermenge in Verbindung mit SO_2 hatte sich die große Menge des harten, schwer schmelzbaren kristallinischen Gebildes ergeben. Ich folgerte, daß sich aus kleinen Wassermengen, wie sie mit eingesaugter Luft in das »Maschineninnere« gelangen, kleine Mengen harte Kristalle bilden, die entweder in dem Verdampfer zurückgehalten werden oder in den Kompressor gelangen. In der bekannten grauschwarzen Schmiere, die sich oft in Verdampfern von »Schwefligsäuremaschinen« angesammelt hat und kübelweise herausbefördert wurde, wäre das Suchen nach solchen Kristallen vergebliche Mühe gewesen. Bei Schwefligsäurekompressoren sind mir wiederholt Anfressungen so eigener Art aufgefallen, daß ich sie nur dadurch erklären kann, daß kleine Kristalle hineingelangt waren, die zuerst wie Schmirgel gewirkt hatten, dann geschmolzen waren und dabei ätzend nachgewirkt hatten.

Der Vollständigkeit halber habe ich 1899 auf die Wahrscheinlichkeit der Schmirgelwirkung hingewiesen. Geschmolzene Kristalle lassen sich selbstverständlich nicht als Ursache dieser Wirkung feststellen. Die Wahrscheinlichkeit besteht, und wenn ihr Rechnung getragen wird, dürfte dies und jenes Vorkommnis leichter erklärbar sein, andererseits aber auch nicht mehr aus nicht nachweisbarer Wasserhaltigkeit der flüssigen Füllung von »Schwefligsäuremaschinen« gefolgert werden, daß weder Luft noch Luftfeuchtigkeit eingesaugt wird, bzw. daß eingesaugte Luftfeuchtigkeit harmlos sei.

Bei längerem Betriebsstillstand, wenn der Verdampfer höhere als Betriebstemperatur annimmt, schmelzen etwa in ihm vorhandene Hydratkristalle. Das gleiche ist der Fall, wenn zwecks Reinigung ausgedämpft wird. Die entstehende Schmelzflüssigkeit hat stark ätzende Eigenschaft, die sich um so unangenehmer bemerkbar machen kann, je reiner die Innenflächen der Verdampferapparate sind.

Nach vorstehenden Ergänzungen glaube ich annehmen zu dürfen, daß meine früheren Ausführungen nunmehr so verstanden werden, wie ich sie verstanden wissen wollte.

Hochachtungsvoll O. Venator.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente.

Erteilungen.

17a. 289947. Vorrichtung zur Entgasung des Kältemittels in Berieselungskondensatoren. Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, A.-G., Wiesbaden. 9. 5. 14. G. 41679.

Löschungen.

17a. 230934. 17d. 141137. 17c. 201830. 17g. 262728.

Gebrauchsmuster. (Eintragungen.)

17a. 640499. Einrichtung zum automatischen Rückführen der Kälteflüssigkeit aus dem Kondensator einer Kältemaschine nach dem Verdampfer. Karl Gläßel, Cannstatt, Teckstr. 93. 19. 6. 14. St. 19611.

17e. 640329. Apparat zum Verteilen von Dämpfen oder Gasen in gekühlten Flüssigkeiten. Franz Herrmann, Cöln-Bayenthal. 23. 11. 15. H. 70473.

17f. 640774. Zusammenstellbarer Doppelrohr-Wärmeaustauscher für hochgespannte Flüssigkeiten oder Dämpfe. Heinrich Dingler, Augsburg, Bismarckstr. 13. 7. 12. 15. D. 29307.

17g. 640430. Apparat zum Kühlen und Kondensieren von Luft, Gasen und Dämpfen durch Flüssigkeiten sowie zur Vornahme ähnlicher physikalischer und chemischer Prozesse. G. Sauerbrey, Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Staßfurt. 14. 7. 14. S. 34346.

34l. 640319. Schutzhaube für doppelwandige Isoliergefäße. Tigges & Walther, Berlin. 20. 11. 15. T. 18253.

Auszüge aus den Patentschriften.

17d. 284833. Oberflächenkondensationsanlage. Dipl.-Ing. Fritz L. Richter in Chemnitz.

Patentanspruch:

Oberflächenkondensationsanlage, bei der die Luft aus dem Vakuumraum des Kondensators durch eine Strahlpumpe abgesaugt wird, die in einer Verzweigung der Kühlwasserleitung liegt, welche den Kondensator umgeht, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasser-Luftgemisch dieser Strahlpumpe von einer zweiten Strahlpumpe gefördert wird, die mit dem aus dem Kondensator kommenden Kühlwasser betrieben wird.

17e. 289239. Kühlanlage. Otto Estner in Dortmund.

Patentanspruch:

Kühlanlage, bei welcher die zu kühlende Flüssigkeit innerhalb eines Luftschachtes über nebeneinander angeordnete, geneigte Rinnen oder Streifen läuft, dadurch gekennzeichnet, daß je zwei benachbarte sich im Aufriß kreuzen.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz-Ludwigshöhe.

Schriftführer: J. O. Knoke, Direktor. Adr.: Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12.

Schatzmeister: A. Krüger, Kgl. Kommissionsrat. Adr.: Berlin SW., Trebbinerstr. 5.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. **A. Nägel,** Dresden.

Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur **G. Cattaneo,** Berlin.

Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Kommissionsrat **A. Krüger,** Berlin.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT

FÜR DIE

GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER

ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER

DR.-ING. MARTIN KRAUSE

BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON

R. OLDENBOURG

MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:

Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).

Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).

Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Berlin, Trebbinerstraße 5 (für wirtschaftliche Aufsätze).

M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.

Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang **München, Februar 1916** **2. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Zur Theorie der Berieselungskondensatoren. Von Dr.-Ing. Martin Krause. (Fortsetzung.) S. 13. — Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei »trockenem« und »nassem« Kompressorgang. (Mitteilung aus dem Maschinenbaulaboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg.) Von Dr.-Ing. W. Koeniger. (Fortsetzung.) S. 19.

Zeitschriftenbericht. S. 21.

Bücherbericht. S. 23.

Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen. S. 23.

Kleine Mitteilungen. S. 24.

Patentbericht. S. 24.

Deutscher Kälte-Verein. S. 24.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Zur Theorie der Berieselungskondensatoren.

Von Dr.-Ing. Martin Krause.

(Fortsetzung.)

Der Einfluß des Windes auf die Verdunstungsgeschwindigkeit.

Über die Verdunstungsgeschwindigkeit f sind die ersten maßgebenden Versuche von Dalton[1]) gemacht worden, der auch das Verdunstungsgesetz $f = C\,(P - p)$ angab. Hierbei bedeutet:

P die maximale Dunstspannung bei der Temperatur des Wassers in mm Quecksilbersäule,

p die Dunstspannung des Wasserdampfes, der in der Luft bereits enthalten ist, in mm Quecksilbersäule,

C eine Konstante, die so angegeben werden kann, daß f in kg pro qm und Stunde gefunden wird.

Dalton stellte auch fest, daß die Temperatur der Luft auf den Verdunstungsvorgang keinen Einfluß ausübt, daß dagegen C erheblich von der Windgeschwindigkeit abhängt. Leider hat Dalton diese Abhängigkeit nicht mathematisch formuliert und auch in seiner Abhandlung nicht die Windgeschwindigkeiten angegeben, mit denen er gearbeitet hat. Er gibt vielmehr nur eine für den praktischen Gebrauch bestimmte Tabelle, die mit drei Konstanten durchgerechnet ist, welche für Windstille, mäßigen Wind und heftigen Wind gelten sollen. Auf mm Quecksilbersäule, qm und Stunde umgerechnet sind diese Konstanten: 0,033, 0,043 und 0,0525. Es ist auch nicht angegeben, ob die Temperatur des Wassers in der Oberfläche oder tiefer gemessen worden ist, was einen Unterschied macht.

Das Daltonsche Gesetz wurde durch eine große Reihe von Experimentatoren nachgeprüft und zu ergänzen gesucht. Die Versuche lassen sich in drei Gruppen teilen. Stefan[1]) untersuchte die Verdunstung bei ruhender Luft und gab eine neue Form des Verdunstungsgesetzes, welches nur die Diffusion in die Atmosphäre berücksichtigt. Dieses neue Gesetz wurde von anderen[2]) nachgeprüft und ergänzt. Weitere Forscher wollten den Bewegungszustand der Luft mit in das Gesetz einbeziehen; dieser Gruppe gehören fast ausschließlich Meteorologen an, für die es darauf ankam, die Verdunstung von Seen zu berechnen. Hier liegt das Bestreben vor, an die Stelle der Wassertemperatur die Temperatur des feuchten Thermometers eines Augustschen Psychrometers zu setzen.[3]) Diese Versuche führen wohl auf Gesetzmäßigkeiten. Aber

[1]) John Dalton, Versuche über die Verdunstung. Aus den Memoirs of the lit. and phil. Society of Manchester, Vol. 5, übersetzt von Gilbert. Gilberts Annalen der Physik, 15. Bd., 1803.

[1]) Wiener Berichte 1874, Klasse B, Bd. 68.

[2]) N. P. Schierbeck, Archiv für Hygiene, Bd. 25, 1895.

[3]) Derselbe, ebendort.

die Konstante des Gesetzes muß notwendigerweise für jeden Apparat verschieden sein, da die Temperatur der Wasseroberfläche von Form, Größe und Substanz der Gefäßwand abhängig ist. Die Versuche sind für unsere Aufgabe unbrauchbar, weil sie ebenso wie die aus ihnen abgeleiteten Formeln eben die Temperatur des Wassers nicht enthalten. Die dritte Gruppe endlich mißt sowohl die Temperatur des Wassers als auch — zumeist — die Windgeschwindigkeit. Ed. Stelling[1]) verwendet das ausgiebige Beobachtungsmaterial, das F. Dohrand in dem meteorologischen Institut zu Nukuss gesammelt und nach seinem Tode hinterlassen hat. Hier ist die Temperatur an der Oberfläche eines Verdunstungsmessers, der in der Sonne stand und dem freien Winde ausgesetzt war, gemessen worden. Die Beobachtungen wurden durch mehrere Monate hindurch geführt. Alle 2 Stunden wurde eine Ablesung gemacht, Temperatur, Windstärke, Feuchtigkeit und Verdunstung gemessen. Für die Verdunstung in 24 Stunden wurde nach dem Vorgang von A. Weilenmann[2]) die Beziehung aufgestellt:

$$f = A\Sigma(P - p) + B\Sigma(P - p)w,$$

wobei P die Sättigungsspannung bei der Temperatur des Wassers und p die Dampfspannung in der Luft, w die Windgeschwindigkeit in m/sec bedeuten, während f die Verdunstung in 24 Stunden in mm also in kg pro qm ist. Es müssen also von den zwölf Beobachtungen, die in 24 Std. gemacht werden, die Werte $P - p$ und $(P - p)w$ gebildet und addiert und mit den Konstanten A und B multipliziert werden. Die Werte A und B werden zu 0,0702 und 0,00319 angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit w in m/sec gemessen ist. Wird nur eine Ablesung benutzt, so wird, Unveränderlichkeit der Verhältnisse vorausgesetzt, die Menge gefunden, die in 2 Stunden verdunstet. Soll die Formel angeben, wieviel in 1 Stunde verdunstet, so muß man die Konstanten durch 2 dividieren und also schreiben:

$$f = 0{,}0351\,(P - p) + 0{,}00159\,(P - p)w.$$

Stellings Konstanten haben aber den Nachteil, daß sie aus den Beobachtungen nur mit einem Fehler von 10% bestimmt sind und daß sich die Abweichungen mit den Jahreszeiten periodisch ändern. Es liegen offenbar systematische Fehler vor. Vielleicht ist der Fehler durch Bestrahlung des Thermometers durch die Sonne hervorgerufen, da nicht angegeben ist, wie das Thermometer geschützt war. Auch die zeitliche Verteilung der Beobachtungen ist für die Feststellung eines genauen Gesetzes nicht geeignet, wenigstens soweit es sich um die Anwendbarkeit für unsere Aufgabe handelt.

[1]) Über die Abhängigkeit der Verdunstung des Wassers von seiner Temperatur und von der Feuchtigkeit und Bewegung der Luft. Repertorium für Meteorologie, St. Petersburg 1882.

[2]) Die Verdunstung des Wassers. Schweizerische meteorologische Beobachtungen, Jahrg. 12.

Die Richtigkeit der Form des Gesetzes wird von Schierbeck[1]) und vor allem von De Heen[2]) bestritten, welch letzterer die Beziehung

$$f = A \cdot P\,(100 - 0{,}88\,\varphi)\sqrt{w}$$

angibt.

Hierin bedeuten:

- A eine Konstante, deren Größe De Heen nicht ermittelt,
- P den maximalen Dunstdruck bei der Temperatur des Wassers,
- φ den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft in Prozenten,
- w die Luftgeschwindigkeit.

Aus dieser Gleichung würde folgern, daß auch bei völliger Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit ($\varphi = 100$) noch eine Verdunstung stattfindet. In der Tat hat De Heen eine solche beobachtet; er spricht aber selbst die Vermutung aus, daß es sich um keine echte Verdunstung, sondern um ein mechanisches Mitreißen von Wasser handelt. Unterdrückt man den Faktor 0,88, so kann man wegen $\varphi = 100\frac{p}{P}$ (p ist die Dunstspannung in der Luft bei der Temperatur des Wassers, die bei De Heens Versuchen gleich der der Luft war) auch schreiben: $f = A'(P - p)\sqrt{w}$. Die Konstante bestimmt De Heen nicht; sie ist auch aus dem Versuchsberichte nicht zu bestimmen, weil man die absolute Größe der Windgeschwindigkeit an der Wasseroberfläche nicht errechnen kann. Diese Form der Gleichung kann nur in engen Grenzen richtig sein, da sie für $w = 0$ auch $f = 0$ ergibt, was sicher unrichtig ist. Übrigens gibt De Heen an anderer Stelle[3]) an, daß seine Formel nur bei einer Windgeschwindigkeit senkrecht zur Wasseroberfläche gelten soll.

Von all den vielen Untersuchungen ist keine geeignet, eine sichere Unterlage für unsere Aufgabe zu schaffen. Es muß daher auf die Angaben von Dalton zurückgegriffen werden unter Hinzunahme von Annahmen.

Der Vorgang der Verdunstung ist überaus ähnlich dem der Wärmeabgabe einer Fläche an die Luft. Der Temperaturdifferenz entspricht die Differenz der Dampfspannungen, der Wärmeleitung in der Luft entspricht die Diffusion des Dunstes, der Wärmeabführung durch Strömung entspricht genau die Dunstbeseitigung durch Bewegung der Luft. Es liegt also sehr nahe, dem Verdunstungsgesetz die gleiche Form wie dem Gesetz für den Wärmeübergang zu geben und zu schreiben: $f = (A + B\sqrt{w})(P - p)$. Setzt man nun $A = 0{,}03$ und $B = 0{,}006$ also $f = (0{,}03 + 0{,}006\sqrt{w})(P - p)$, so entsprechen den drei Daltonschen Konstanten 0,033

[1]) Archiv für Hygiene, 1895.

[2]) Bulletin de l'Académie Royale Belgique 1891. Serie 3, Bd. 21.

[3]) De Heen, La vitesse de vaporisation des liquides, Journal de Chimie physique, Bd. 11, 1913.

0,043 und 0,0525 die Geschwindigkeiten 0,25, 4,7 und 15 m/sec. Die beiden ersten Zahlen haben große Wahrscheinlichkeit für sich; denn nach den Beobachtungen des Aeronautischen Observatoriums in Lindenberg[1]) ist die mittlere Windgeschwindigkeit im Jahr 4,7 m/sec, während vollkommene Windstille wohl nie herrscht. Die höchste Windgeschwindigkeit überschreitet 15 m/sec nur sehr selten, und darum ist es nicht wahrscheinlich, daß der höchste Daltonsche Wert für diese Geschwindigkeit gilt. Denn Dalton sagt, daß bei besonders heftigem Wind die Konstante noch höhere Werte als 0,0525 annehmen kann. Der Einfluß des Windes ist vielleicht größer, als die Formel angibt. Aus der Stellingschen Formel errechnet man für die Angaben von Dalton die Windgeschwindigkeiten —1, bzw. 5 bzw. 11 m/sec. Ändert man die Konstanten so, daß statt des unsinnigen Wertes —1 der Wert 0 auftritt, und setzt

$$f = (0{,}033 + 0{,}0022w)\,(P - p),$$

so entsprechen den Daltonschen Werten die Geschwindigkeiten 0 bzw. 4,5 bzw. 9 m/sec. Hier bekommt man für die größte Daltonsche Zahl nur 9 m/sec, was richtiger erscheint. Die Stellingsche Formel, die den Einfluß des Windes höher bewertet, scheint also die bessere zu sein. Ob sie es in Wirklichkeit ist, insbesondere welches die genauen Zahlenwerte sind, müssen neue Versuche entscheiden. Bei diesen Versuchen wird besonders darauf geachtet werden müssen, daß die Temperatur der verdunstenden Wasserschicht gemessen wird. Das könnte geschehen durch Thermoelemente, deren Lötstelle in der Wasseroberfläche liegt. Mit größerer Sicherheit wird man die richtige Temperatur messen, wenn man das Wasser im Gefäß stark rührt, so daß die Temperatur durch die ganze Masse als gleich betrachtet werden kann; oder aber, wenn man die beim Rieselkondensator auftretende Wasserbewegung nachahmt. Denn beim Berieselungskondensator findet eine solche Durchmischung in hohem Maße statt. Es ist nicht unmöglich, daß die starke Wasserbewegung und die mit dem Herabrieseln verbundene Änderung der Oberflächenspannung die Verdunstung etwas beeinflussen, so daß man andere Werte erhält wie bei ruhendem Wasser. Dann würde diese Anordnung für die vorliegende Aufgabe aber gerade wertvoll sein. Im übrigen muß man sich bewußt sein, daß man die durch Versuche ermittelten Konstanten nur für Verhältnisse anwenden darf, die den Versuchsbedingungen thermisch ähnlich sind.

Vorläufig bleibt nichts anderes übrig, als willkürlich die Form und die Zahlenwerte zu wählen, welche die wahrscheinlichsten sind. Im nachstehenden soll mit der veränderten Stellingschen Form:

$$f = (0{,}033 + 0{,}0022w)\,(P - p)$$

gerechnet werden.

Es sei noch auf die Anschauungen von F. J. Weiß, Basel, eingegangen, die er in seinem Buch »Kondensation«[1]) ausspricht. Er nimmt an, daß, wenn Luft über eine Wasserfläche von t^0 C streicht, sich die unterste Luftschicht auf t^0 C erwärmt und gleichzeitig mit Wasserdampf sättigt. Die Wärmeleitung sowie die Diffusion durch die unterste Luftschicht hindurch wird vernachlässigt. Es würde dann mit jedem kg Luft, das sich auf t^0 C erwärmt, auch eine ganz bestimmte Dunstmenge abgeführt werden. Also wäre das Verhältnis der durch Berührung zu der durch Verdunsten übertragenen Wärmemenge feststehend. Aus dieser Anschauung folgt also unmittelbar ein Gesetz für die Verdunstungsgeschwindigkeit, wenn das Gesetz des Wärmeüberganges durch Berührung bekannt ist.

Leider sind die Weißschen Ausführungen keineswegs überzeugend. Ist die Dauer der Berührung zwischen einem Luftteilchen und dem Wasser kurz, so braucht eine Sättigung der untersten Luftschicht nicht zu erfolgen; ist sie lang, darf man die Diffussion nicht vernachlässigen. Die Weißsche Anschauung führt auch zu Folgerungen, die mit den Tatsachen in Widerspruch stehen. Es gibt für jeden Luftzustand eine Temperatur, die unterhalb der Lufttemperatur liegt und die vom relativen Feuchtigkeitsgehalt abhängig ist, die Kühlgrenze. Sie ergibt sich aus der Bedingung, daß die an das Wasser abgegebene Wärme vollständig zur Dunstbildung aufgebraucht wird. Ein in der Luft schwebender Wassertropfen nimmt also diese tiefste Temperatur schließlich an, und zwar ist nach Weiß diese Temperatur unabhängig von der Luftgeschwindigkeit, außer bei Sturmwind. Das feuchte Thermometer eines Augustschen Psychrometers stellt einen solchen schwebenden Tropfen dar. Bekanntlich ist aber die Temperatur des feuchten Thermometers sehr stark von der Windgeschwindigkeit auch bei mäßiger Luftbewegung abhängig, wodurch die Unrichtigkeit der Weißschen Anschauung bewiesen ist.

Darstellung des Dunstdruckes als Funktion der Temperatur.

In dem Ausdruck für die Verdunstungsgeschwindigkeit ist p, der Dunstdruck der Luft, als bekannt anzusehen, da natürlich bestimmte Luftverhältnisse vorausgesetzt werden müssen. Dagegen ist P, die Dampfspannung bei der Temperatur des über den Kondensator strömenden Wassers, nicht bekannt, sondern eine Funktion der unbekannten Wassertemperatur. Es ist zur Lösung unserer Aufgabe erforderlich, diese Funktion analytisch darzustellen, und zwar muß man für die Funktion eine einfache Form finden, die später der Auflösung der Gleichungen keine Schwierigkeiten bereitet. Das ist aber leicht, wenn man bedenkt, daß von vornherein bekannt ist, welche Temperatur sich ungefähr einstellen wird. Man kann dann immer einen Ausdruck von der Form $P = m + nt$

[1]) Nach »Hütte«.

[1]) Zweite Auflage, bearbeitet von Wiki. Verlag J. Springer, Berlin 1910, Seite 275 ff.

$+ qt^2$ finden, der die Abhängigkeit zwischen P und der Wassertemperatur t mit genügender Genauigkeit innerhalb des begrenzten Gebietes wiedergibt. Z. B. kann man setzen: $P = 0{,}0373\,t^2 - 0{,}38\,t + 9{,}7$ für einen Bereich von $+10^0$ C bis $+35^0$ C, der für die meisten in der Praxis vorkommenden Kältemaschinenkondensatoren ausreicht. Die Genauigkeit der Gleichung wird durch nachstehende Tabelle dargetan:

°C	P in mm Hg	
	nach Tabelle	gerechnet
10	9,2	9,6
15	12,8	12,8
20	17,8	17,6
25	23,5	23,5
30	31,8	31,6
35	42,2	42,1

Es tritt aber auch die Notwendigkeit auf, die Abhängigkeit innerhalb noch engerer Grenzen durch noch einfachere Gleichungen zum Ausdruck zu bringen. Hierzu können folgende Gleichungen ersten Grades dienen:

a) zwischen 12 und 22° C
$$P = 0{,}93t - 1,$$
b) zwischen 20 und 27° C
$$P = 1{,}31t - 8{,}9,$$
c) zwischen 25 und 32° C
$$P = 1{,}7t - 19{,}0,$$
d) zwischen 30 und 37° C
$$P = 2{,}19t - 34{,}2$$
e) als grobe Annäherung zwischen 20 und 35° C
$$P = 1{,}7t - 19.$$

Windgeschwindigkeit, Oberfläche.

Die Windgeschwindigkeit w muß natürlich als bekannt vorausgesetzt werden, doch wird es bei der Untersuchung ausgeführter Anlagen nicht immer leicht sein, ihre Größe festzustellen. Ist die Geschwindigkeit des Windes nicht gerade parallel zu den Rohrebenen des Kondensators, sondern nahezu senkrecht zu ihnen, so wird die Windgeschwindigkeit an der vom Winde zuerst getroffenen Rohrebene am größten, an den andern aber kleiner sein. Ähnliche Verhältnisse liegen vor, wenn eine benachbarte Gebäudewand die Windströmung beeinflußt und vielleicht zu einer toten Ecke Veranlassung gibt. Man wird dann die Windgeschwindigkeit an möglichst vielen über den vom Kondensator eingenommenen Luftraum gleichmäßig verteilten Stellen messen und in die Rechnung das arithmetische Mittel einsetzen.

Die Verdunstungsoberfläche ist bei sehr starker Berieselung größer als die Rohroberfläche, auch wenn man von den freischwebenden Wassertropfen absieht. Wenigstens ist dies der Fall, wenn sich die Rohre, wie üblich, nicht unmittelbar berühren. Zahlenmäßige Angaben lassen sich nicht machen, da die Dicke der Schicht des herabrieselnden Wassers nicht bekannt ist, und weil die sich zwischen den Rohren bildenden Wasserstege zerreißen und Formen von kleinerer Oberfläche annehmen können. Nimmt man die Verdunstungsversuche so vor, daß man die Oberfläche durch berieselte Röhren herstellt, so wird in die Konstante des Daltonschen Gesetzes die Vergrößerung der Oberfläche sowohl durch die bedeckende Wasserschicht als auch durch die freischwebenden Tropfen eingehen. In dieser Konstanten wird dann auch die stündlich zirkulierende Wassermenge erscheinen müssen.

Für die vorliegende Arbeit sollen die Konstanten, wie sie oben angenommen worden sind, beibehalten werden.

Bestimmung der mittleren Verdunstungstemperatur.

Bei der Feststellung der gesamten durch Verdunsten gebundenen Wärmemenge D darf nicht übersehen werden, daß die Temperatur des Wassers in den verschiedenen Höhen des Kondensators verschieden ist und daß die Größe der Verdunstungswärme R von der Temperatur abhängig ist. Ist f die Verdunstungsgeschwindigkeit und F die verdunstende Fläche, so ist

$$D = \int_0^F R \cdot f \cdot dF.$$

Das Integral ist bei bekannter Temperaturverteilung leicht graphisch auszuwerten. In unserem Fall vereinfacht sich die Rechnung aber dadurch, daß die Unterschiede von R innerhalb des in Frage kommenden Temperaturgebietes — das man in jedem Falle abschätzen kann — nur sehr gering sind. So ist bei

°C	R Cal/kg
15	586,9
20	584,3
25	581,7
30	579,2
35	576,6

Da die Temperaturen auf dem Kältemaschinenkondensator in den allermeisten Fällen zwischen 20 und 30° C liegen, so wird man immer mit $R = 582$ Cal pro kg rechnen können, ohne einen irgendwie erheblichen Fehler zu machen. Führt man den Begriff der »mittleren« Verdunstungsgeschwindigkeit f_m und der »mittleren« Verdunstungswärme R_m ein, so ist

$$D = R_m F f_m = \int_0^F R f \, dF,$$

also

$$R_m \cdot f_m = \frac{\int_0^F R \cdot f \cdot dF}{F};$$

nun sind R und f Funktionen von t, und zu dem Wert $R_m \cdot f_m$ gehört eine bestimmte Temperatur t_m', die als »mittlere« Verdunstungstemperatur bezeichnet werden kann, das ist diejenige Temperatur, die die Oberfläche bei gleichmäßiger Temperatur haben müßte, damit in der Stunde ebensoviel Wärme durch Verdunsten gebunden werde wie bei der tatsächlichen Temperatur-

verteilung. Diese mittlere Verdunstungstemperatur t_m' ist nicht identisch mit der mittleren Temperatur t_m, von welcher auf S. 4, Heft 1, die Rede war, selbst dann nicht, wenn das Gesetz der Verteilung der Temperatur über den Kondensator geradlinig ist.

Die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Kaltdampf und Wasser war definiert worden durch die Gleichung:

$$(\vartheta - t)_m = \frac{\int dF\,(\vartheta - t)}{F}.$$

Hieraus ergibt sich die mittlere Wassertemperatur als $t_m = \vartheta - (\vartheta - t)_m$, die für vorliegende Aufgabe unter Annahme einer nahezu geradlinigen Temperaturverteilung gleich $\frac{1}{2}(t_0 + t_u)$ gesetzt worden ist. Bei anderer Temperaturverteilung läßt sich t_m leicht durch graphische oder analytische Integration finden.

Zur Bestimmung von t_m' verfährt man in folgender Weise: Über der Fläche als Abszisse trägt man die zugehörigen Wassertemperaturen als Ordinaten auf und erhält so die Temperaturverteilungskurve. Verwandelt man die zwischen der Kurve und der Abszissenachse liegende Fläche in ein Rechteck, so schneidet die obere Rechteckseite die Kurve mindestens einmal. Die Abszissen dieser Punkte kennzeichnen die Flächenpunkte, an denen die Temperatur t_m herrscht. Errichtet man in jedem Punkte der Abszissenachse eine Ordinate, deren Länge gleich $(P - p)\,R$ ist, was möglich ist, da man aus den Dampftabellen die zu jedem Punkt gehörigen Werte von P und R entnehmen kann und p bekannt sein muß, so erhält man eine Kurve, die die Verteilung der Wärmeabgabe durch Verdunsten über die ganze Fläche zeigt. Der Inhalt der Fläche zwischen dieser Linie und der Abszissenachse ist ein Maß für die von der Fläche durch Verdunsten abgegebenen Wärmemenge. Eine Parallele zur Abszissenachse in Höhe der mittleren Ordinate schneidet die Kurve in einem Punkte (oder auch in mehreren), dessen Abszisse denjenigen Punkt der Fläche angibt, dessen Temperatur dem Ausdruck $(P - p)_m \cdot R_m$ also auch $f_m \cdot R_m$ entspricht, der also die Temperatur t_m' besitzt.

H	t °C	P mm Hg	$P-p$ mm Hg	R Cal/kg	$(P-p)\cdot R$
0,0	0	4,6	0,0	594,8	0
0,1	10	9,2	4,6	589,5	2 712
0,2	20	17,5	12,9	584,3	7 538
0,3	30	31,8	27,2	579,2	15 754
0,4	40	55,3	50,7	574,0	29 100
0,5	50	92,5	87,9	568,5	49 971
0,6	60	148,8	144,2	562,9	81 190
0,7	70	233,1	228,5	557,1	127 460
0,8	80	354,6	350,0	551,1	192 890
0,9	90	525,4	520,8	545,0	283 830
1	100	760,0	755,4	538,7	406 930

Daß t_m und t_m' keineswegs zusammenfallen müssen, soll folgendes Beispiel zeigen: In einer Atmosphäre von 0° C und 100 % Feuchtigkeitsgehalt, also einer Dunstspannung von 4,6 mm Hg-Säule befinde sich eine Fläche von der Höhe H und der Breite B. Die Temperatur ändere sich in Richtung der Höhe linear von 0 bis 100° C, in Richtung der Breite sei sie unveränderlich. In Abb. 8 ist die Höhe H als Abszissenachse aufgetragen und in zehn gleiche Teile geteilt. Als Ordinaten werden zunächst die Temperaturen aufgetragen, wobei sich hier eine gerade Linie ergibt. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß t_m hier 50° C ist und daß diese Temperatur in der Mitte der Höhe herrscht. Über derselben Strecke H als Abszissenachse werden nun die Ordinaten $(P - p)\,R$ aufgetragen, die in vorstehender Tabelle zusammengestellt sind.

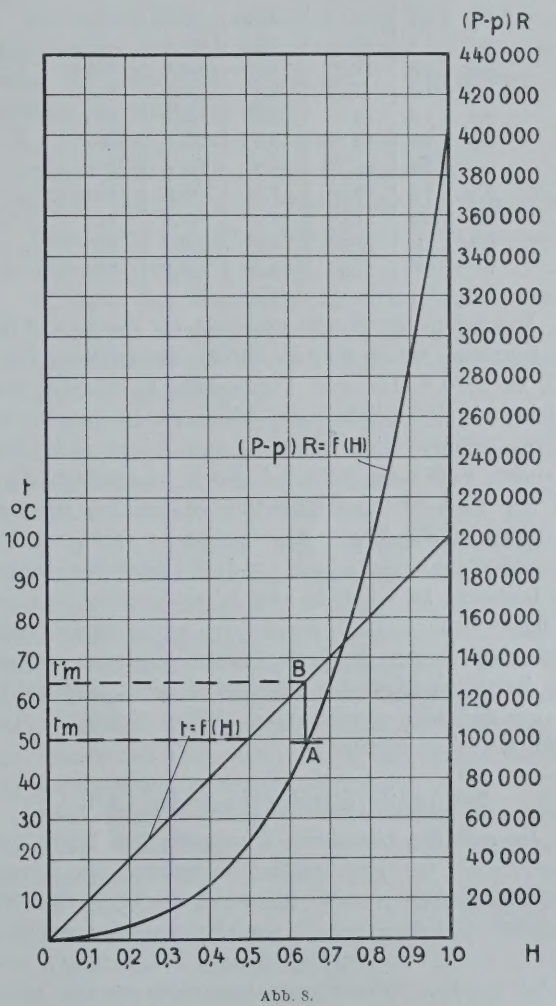


Abb. 8.

Der Inhalt der Fläche zwischen der Abszissenachse und der Verdunstungskurve ist 993910, die mittlere Ordinate ist also 99391. Diese Ordinate gehört zu dem Punkte A in Abb. 8. Dieselbe Abszisse hat auf der Temperaturkurve der Punkt B, der die Temperatur $t_m' = 64°$ C anzeigt. Zwischen $t_m = 50°$ C und t_m' besteht hier also ein sehr erheblicher Unterschied.

So bedeutende Differenzen treten aber nur dann auf, wenn die Temperaturänderungen längs der Höhe sehr große sind. Bei Kältemaschinenkondensatoren sind diese Unterschiede aber immer klein. Im folgenden soll t_m' bestimmt werden für den Fall, daß die Tem-

peratur am oberen Rande 15 und am unteren 25° C ist, daß also noch ein für Kältemaschinen großer Unterschied besteht. Die Temperatur der Luft sei 20° C bei einem Dunstdruck von $p = 10{,}5$ mm Hg, entsprechend einem Feuchtigkeitsgehalt von 60%. Die Temperaturverteilung sei geradlinig, t_m ist dann 20° C.

Die Ordinaten der Verdunstungskurve ergeben sich aus nachstehender Tabelle.

H	t °C	P mm Hg	$P-p$ mm Hg	R Cal/kg	$(P-p)\cdot R$
0,0	15	12,79	2,29	586,9	1344
0,1	16	13,64	3,14	586,4	1841
0,2	17	14,5	4,0	585,9	2344
0,3	18	15,5	5,0	585,4	2927
0,4	19	16,5	6,0	584,9	3509
0,5	20	17,5	7,0	584,3	4090
0,6	21	18,7	8,2	583,8	4787
0,7	22	19,8	9,4	583,3	5483
0,8	23	21,1	10,6	582,8	6177
0,9	24	22,4	11,9	582,3	6910
1	25	23,8	13,3	581,7	7736

Der Inhalt der Fläche zwischen der Kurve und der Flächenachse ergibt sich zu 42608, die mittlere Ordinate zu 4260,8, die einer Temperatur $t_m' = 20{,}2°$ entspricht, wie sich durch Interpolation aus obenstehender Tabelle ergibt. Hier liegen t_m und t_m' so dicht beieinander, daß man wohl t_m' durch t_m ersetzen darf. Bei der Untersuchung ausgeführter Anlagen ist man natürlich in der Lage, ganz genau zu rechnen. Bei Vorausberechnungen jedoch würde die Berücksichtigung der Differenz zwischen t_m und t_m' zu weiterer sehr erheblicher Komplikation der an sich schon verwickelten Rechnung führen. Auch darf nicht vergessen werden, daß die Genauigkeit der Konstanten nicht groß genug ist, um den hier entstehenden kleinen Fehler ins Gewicht fallen zu lassen.

Der mittlere Dunstdruck der Luft.

Da sich die Luft beim Durchstreichen durch den Kondensator mit Feuchtigkeit anreichert, der Dunstdruck beim Austritt also höher ist als beim Eintritt, so muß in den Ausdruck für die Verdunstungsgeschwindigkeit der mittlere Dunstdruck der Luft p_m eingesetzt werden. Dieser kann berechnet werden, wenn man gewisse Annahmen macht. Wenn die Luft parallel zu den Rohrebenen strömt, so kann man annehmen, daß eine Luftschicht von der Dicke δ bei Berührung der nassen Fläche durch den entwickelten Wasserdunst durch die ganze Dicke gleichmäßig erfüllt wird. δ wird um so größer sein, je langsamer die Luft an den Rohren vorbeistreicht und höchstenfalls gleich dem halben Abstand zweier Rohrebenen voneinander.

Mit diesem größten Wert wird man die praktischen Rechnungen durchführen:

Es seien:

l die Länge des Kondensators in m, in Richtung der Windgeschwindigkeit gemessen,

b die Verdunstungsfläche (Kühlfläche) in qm, die auf 1 qm Rohrebene nach einer Seite entfällt (sie wird in den meisten Fällen nahezu 1 sein),

w die Windgeschwindigkeit in m/sec,

z die Zeit in Stunden,

p' die maximale Dunstspannung der Luft in mm Hg bei der Temperatur τ,

p die absolute Dunstspannung der Luft an irgendeiner Stelle im Kondensator,

p_a die absolute Dunstspannung der Luft vor Eintritt in den Kondensator,

p_e diejenige beim Verlassen des Kondensators,

γ' der maximale Feuchtigkeitsgehalt der Luft in g/cbm bei der Temperatur τ,

γ der absolute Feuchtigkeitsgehalt an irgendeiner Stelle im Kondensator.

Dann ist

$$p = \frac{\gamma}{\gamma'} p' \text{ und } \gamma = p\,\frac{\gamma'}{p'} \text{ g/cbm oder } \gamma = \frac{p\,\gamma'}{1000\,p'} \text{ kg/cbm.}$$

Betrachtet man ein Luftprisma von 1 qm Grundfläche und δ m Höhe (Dicke) und setzt voraus, daß die Grundfläche in Richtung der Windgeschwindigkeit sehr schmal ist, so ist die Zeit, während welcher das Luftprisma mit der Kondensatorfläche in Berührung ist

$$z = \frac{l}{3600\,w} \text{ st.}$$

Wegen der geringen Breite der Grundfläche ist die Dunstspannung im Luftprisma über diese Breite hin als gleich anzunehmen (also überhaupt, da man die Wasserfläche als durchaus von der Temperatur t_m betrachten kann).

Dann ist die in der Zeit dz verdunstende Wassermenge

$$f \cdot dz = b \cdot (0{,}033 + 0{,}0022)\,(P-p)\,dz = \delta \cdot d\gamma = \frac{\delta \cdot \gamma'\,dp}{1000\,p'}.$$

Da $dz = \frac{dl}{3600\,w}$, wird

$$b\,(0{,}033 + 0{,}0022\,w)\,(P-p)\,\frac{dl}{3600\,w} = \frac{\delta\,\gamma'}{1000\,p'}\,dp.$$

Mithin wird die Dunstspannung beim Austritt

$$p_e = P - (P-p_a)\,e^{-\frac{b\,(0{,}033+0{,}0022\,w)\,p'\,l\,\cdot\,1000}{\delta\,\cdot\,\gamma'\,w\,\cdot\,3600}}$$

$$= P - (P-p_a)\,e^{-\frac{b\,(0{,}33+0{,}022\,w)\,l}{\delta\,\cdot\,w\,\cdot\,36}\,\frac{p'}{\gamma'}}.$$

Es sei noch bemerkt, daß hier die Veränderlichkeit von τ nicht berücksichtigt zu werden braucht, da das Verhältnis $\frac{p'}{\gamma'}$ praktisch von der Temperatur unabhängig ist, wie nachstehende Zahlentafel zeigt:

τ °C	p' mm Hg	γ $\frac{g}{cbm}$	$\frac{p'}{\gamma'}$
10	9,2	9,4	0,98
20	17,5	17,3	1,01
30	31,8	30,4	1,04
40	55,3	51,2	1,1

Man kann also einfach $\frac{p'}{\gamma'}$ gleich 1 setzen, wodurch sich der Ausdruck vereinfacht zu

$$p_e = P - (P - p_a)\, e^{-\frac{b\,(0{,}33 + 0{,}022\,w)\,l}{\delta \cdot w \cdot 36}}.$$

Der mittlere Dunstdruck ist

$$p_m = \frac{p_e - p_a}{ln\,(P - p_a) - ln\,(P - p_e)}$$

und in erster Annäherung

$$p_m = \frac{p_e + p_a}{2};$$

diese letztere Formel genügt mit Rücksicht auf die Ungenauigkeit der ganzen Betrachtung und es ist

$$p_m = \frac{1}{2}\left(P + p_a - (P - p_a)\, e^{-\frac{l\,b\,(0{,}33 + 0{,}022\,w)}{\delta \cdot w \cdot 36}}\right).$$

Es ist daher die durch Verdunsten abgeführte Wärmemenge

$$D = 582\,F\,(0{,}033 + 0{,}0022\,w)\,\frac{1}{2} \cdot \left(P - p_a + (P - p_a)\, e^{-\frac{l\,b\,(0{,}33 + 0{,}022\,w)}{\delta \cdot w \cdot 36}}\right).$$

Im nachstehenden sei an zwei Beispielen gezeigt, in welchem Maße sich p_m mit sinkender Windgeschwindigkeit vergrößert.

1. Es sei

$l = 4$ m,
$\delta = 0{,}2$ m,
$b = 1$,
$w = 4$ m/sec,
$t_m = 40^0$ C, also
$P = 55{,}3$ mm Hg,
$\tau = 20^0$ C,
$p_a = 10$ mm (entsprechend $\sim 60\%$),

dann ist

$$p_m = \frac{1}{2}\left(10 + 55{,}3 - 45{,}3\, e^{-\frac{0{,}418 \cdot 4}{0{,}2 \cdot 144}}\right) = 10{,}15.$$

Die Differenz $(P - p_m)$ wird zu 45,15 statt 45,3, wenn man p_m für p_a setzt. Hier ist also der Einfluß der Anreicherung der Luft mit Feuchtigkeit sehr gering.

2. Bei sonst gleichen Verhältnissen sei $w = 0{,}5$, dann wird

$$p_m = \frac{1}{2}\left(10 + 55{,}3 - 45{,}3\, e^{-0{,}38}\right) = 17{,}3$$

und $P - p_m = 38$.

Hier ist also der Einfluß der Anreicherung ein nicht unerheblicher.

Bei noch kleinerer Windgeschwindigkeit wird die mittlere Spannungsdifferenz wesentlich kleiner als die anfängliche.

(Fortsetzung folgt.)

Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei „trockenem" und „nassem" Kompressorgang.

(Mitteilung aus dem Maschinenbaulaboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg.)

Von Dr.-Ing. W. Koeniger. (Fortsetzung.)

Umrechnung der Versuche auf gleiche Grundlage. Methode der Berechnung einer Kälteerzeugungsanlage aus dem Wärmeinhalt des Kaltdampfes mit Hilfe des Gütegrades und des Lieferungsgrades.

Die Beurteilung und Berechnung einer Kälteerzeugungsanlage läßt sich auf einfache Weise durchführen, wenn die schon in Zahlentafel 6 angegebenen drei Größen eingeführt werden:

η_g der Gütegrad des Kompressors,
λ der Lieferungsgrad des Kompressors,
φ der Völligkeitsgrad des Kompressordiagrammes.

Diese drei Größen sind, wie schon vorher besprochen, in folgender Weise definiert:

η_g stellt das Verhältnis des Arbeitsaufwandes zur adiabatischen Kompression von 1 kg SO_2-Dampf zum Arbeitsaufwand zur tatsächlichen Kompression von 1 kg SO_2-Dampf dar.

λ gibt das Verhältnis zwischen dem wirklich geförderten SO_2-Dampfgewicht zu dem dem Hubvolumen entsprechenden an (das Hubvolumen ist auf den Zustand an Meßstelle 4 zu beziehen).

φ ist das Verhältnis zwischen dem Arbeitsaufwand zur adiabatischen Kompression zum wirklichen Aufwand zur Kompression von 1 kg SO_2-Dampf, wenn der Lieferungsgrad gleich 1 wäre, d. h. mit anderen Worten: φ ist das Verhältnis des theoretischen p—v-Diagramms über derselben Grundlinie, über der das wirkliche Kompressionsdiagramm gezeichnet ist, zu diesem und kann somit als Völligkeitsgrad des Kompressordiagrammes bezeichnet werden.

Der Zusammenhang zwischen diesen drei Größen und ihre Benutzung für die Berechnung ergeben sich in folgender Weise:

Es bezeichne außer den früheren Abkürzungen:

L_{ad} den Arbeitsaufwand zur adiabatischen Kompression von 1 kg SO_2-Dampf,
F_K die Kolbenfläche in cm²,
p_m den mittleren Druck des wirklichen Diagramms in at (kg/cm²),
s den Hub der Maschine in m.

Mit diesen Bezeichnungen ist der stündliche theoretische Arbeitsbedarf:

$$G_a \cdot L_{ad} \text{ mkg/st},$$

der stündliche wirkliche Arbeitsbedarf

$$F_K \cdot p_m \cdot s \cdot n \cdot 60 \text{ mkg/st},$$

und der Gütegrad

$$\eta_g = \frac{G_a \cdot L_{ad}}{F_K \cdot p_m \cdot s \cdot n \cdot 60} = \frac{G_a \cdot L_{ad} \cdot \gamma_4}{\left(\frac{F_K}{10000} \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma_4\right) \cdot 10000 \cdot p_m}$$

Da $\frac{F_K}{10000} \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma_4$ das stündlich theoretische Hubgewicht in kg/st ist, so ergibt sich, da

$$\frac{G_a}{\frac{F_K}{10000} \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma_4} = \lambda$$

den Lieferungsgrad des Kompressors, bezogen auf die Meßstelle 4, d. h. den Zustand vor Eintritt in den Kompressor, darstellt,

$$\eta_g = \lambda \cdot \frac{L_{ad} \cdot \gamma_4}{10000\, p_m}.$$

$L_{ad} \cdot \gamma_4$ in mkg/m³ ist der Arbeitsbedarf zur adiabatischen Kompression von 1 m³ SO_2-Dampf, $(10000 \cdot p_m)$ in mkg/m³ ist der wirkliche Arbeitsbedarf zur Kompression von 1 m³ Hubvolumen, d. h.

$$\varphi = \frac{L_{ad} \cdot \gamma_4}{10000 \cdot p_m} = \frac{(i_{5ad} - i_4) \cdot \gamma_4}{10000 \cdot p_m \cdot A}$$

ist der Völligkeitsgrad des Kompressordiagrammes.

φ ist ein Maßstab für die Einwirkungen auf die Kompressorleistung, die hervorgerufen werden:

1. durch die Abdrosselung in den Saug- und Druckventilen,
2. durch die Massenwirkungen der Ventile,
3. durch die Wandungseinflüsse während der Kompression,
4. durch die Wandungseinflüsse während der Expansion.

λ ist ein Maßstab für die volumetrischen Verluste im Kompressor, die hervorgerufen werden:

1. durch Rückexpansion aus dem schädlichen Raum,
2. durch Vorwärmen beim Ansaugen.

Die Beziehung zwischen den beiden Wirkungsgraden gibt dann der Gütegrad:

$$\eta_g = \lambda \cdot \varphi.$$

Die Werte λ und φ können auch in folgender Form geschrieben werden:

$$\lambda = \frac{10000}{F_K \cdot s} \cdot v_4 \cdot \frac{G_a}{60\, n} = C_1 \cdot v_4 \cdot \frac{G_a}{60 \cdot n}$$

$$\varphi = \frac{1}{10000 \cdot A} \cdot (i_{5ad} - i_4) \cdot \frac{1}{v_4 \cdot p_m}.$$

Für einen bestimmten Zustand des Dampfes beim Ansaugen hängt bei verschiedenen Umlaufzahlen also λ nur von dem angesaugten Hubgewicht $\frac{G_a}{60 \cdot n}$ ab.

φ ist proportional dem reziproken Wert von p_m. Die versuchsmäßige Feststellung der beiden Werte ist nicht schwierig, da es sich nur darum handelt, die umlaufende Dampfmenge zu messen, die Maschine zu indizieren und den Zustand des Dampfes vor Eintritt in den Kompressor zu bestimmen.

Der Einfluß der Werte η_g, λ und φ auf die Größe der Kälteleistung und des Kraftbedarfes einer Kompressionskältemaschinenanlage geht aus nachstehender Darstellung hervor.

Für eine Kompressionskältemaschinenanlage mit einem Kompressor gleichen Hubvolumens wie der ausgeführte Kompressor, bei der der Gütegrad $\eta_g = 1$ ist und ebenso die Werte λ und $\varphi = 1$ sind, bestimmen sich die umlaufenden SO_2-Gewichte, die Kälteleistung, die Kondensatorleistung und die Kompressorleistung bei adiabatischer Kompression in folgender Weise:

1. Die umlaufende theoretische SO_2-Menge in kg/st

$$G_{a_0} = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4},$$

2. die theoretische Kälteleistung in WE/st

$$Q_{I_0} = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot (i_4 - q_8),$$

3. die theoretische Kondensatorleistung in WE/st

$$Q_{II_0} = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot (i_{5ad} - q_8),$$

4. die theoretische Kompressorleistung in WE/st

$$(Q_{II_0} - Q_{I_0}) = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot (i_{5ad} - i_4).$$

Demgegenüber ergeben sich für die wirklich ausgeführte Maschine folgende Werte:

1. Die umlaufende SO_2-Menge in kg/st

$$G_a = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot \lambda,$$

2. die wirkliche Kälteleistung in WE/st

$$Q_I = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot \lambda \cdot (i_4 - q_8),$$

3. die wirkliche Kompressorleistung in WE/st

$$Q_{III} = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot \lambda \cdot (i_{5ad} - i_4) \cdot \frac{1}{\eta_g}.$$

Da $\eta_g = \lambda \cdot \varphi$ ist, so wird

$$Q_{III} = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot \frac{1}{\varphi} \cdot (i_{5ad} - i_4).$$

In PS ausgedrückt, ist die Kompressorleistung:

$$N_i = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot \frac{1}{\varphi} \cdot (i_{5ad} - i_4) \cdot \frac{1}{632{,}2},$$

4. die wirkliche Kondensatorleistung in WE/st

$$Q_{II} = Q_I + Q_{III} = F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot \lambda \cdot \left[(i_4 - q_8) + (i_{5ad} - i_4) \cdot \frac{1}{\eta_g}\right]$$

$$= F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot \lambda \cdot \left[i_4 \frac{(\eta_g - 1)}{\eta_g} + \frac{i_{5ad}}{\eta_g} - q_8\right]$$

$$= F_K \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \frac{1}{v_4} \cdot \frac{1}{\varphi} \cdot [i_4 (\eta_g - 1) + i_{5ad} - \eta_g \cdot q_8].$$

In der wirklichen Kälteleistung Q_I ist die nutzbare Kälteleistung, die Einstrahlung in den Verdampfer,

der Wärmewert der Rührwerksarbeit und die Einstrahlung in die Saugleitung enthalten:

$$Q_I = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

Die wirkliche Kondensatorleistung Q_{II} setzt sich aus der Kühlwasserleistung des Kondensators, der Ausstrahlung aus der Druckleitung und dem Kompressordeckel zusammen:

$$Q_{II} = (Q_6 + Q_7).$$

Nicht berücksichtigt sind in diesen Gleichungen die Abfuhr oder Zufuhr von Wärme durch das Kompressorkühlwasser sowie das Restglied, in dem ja hauptsächlich die Zufuhr von Wärme durch die Kolbenreibung und die Einstrahlung zwischen Meßstelle 4 und Kompressor enthalten ist,

$$Q_{IV} = Q_4 + Q_5.$$

Auf diese Weise ergibt sich die Bilanzgleichung:

$$Q_I + Q_{III} - Q_{II} \pm Q_{IV} = 0.$$

In dieser Gleichung sind Q_I und Q_{III} auf die angegebene Weise mit Hilfe der Werte η_v, λ und φ bestimmbar. Ist $Q_{IV}=0$, so ist Q_{II} durch die unter 4. angegebene Kondensatorleistung gegeben. Ist $Q_{IV} \gtrless 0$, so gibt der unter 4. angegebene Wert den Ausdruck

$$Q_{II} \pm Q_{IV}.$$

Durch diese Gleichungen ist eine sehr einfache und bequeme Berechnungsmethode von Kältemaschinen gegeben. Es ist nur erforderlich, das adiabatische Wärmegefälle zu kennen bzw. zu bestimmen und durch Versuche η_v, λ und φ entsprechend den früheren Darlegungen festzulegen.

Da Q_{IV} nur einen geringen Betrag der Kälteleistung ausmacht, kann es bei der Berechnung neuer Kompressoren vernachlässigt werden.

Die nutzbare Kälteleistung Q_1 in WE/st ergibt sich dann aus der Differenz

$$Q_1 = Q_I - (Q_2 + Q_3)$$

$(Q_2 + Q_3)$, Wärmemengen, die bei gut isolierten Rohrleitungen nur einen geringen Prozentsatz ausmachen, können dann ebenfalls nach Erfahrungswerten in Rechnung gestellt werden.

Für die Auswertung von Versuchen bietet die Methode ein einfaches Mittel, Versuche auf gleicher Basis miteinander zu vergleichen, und es sind nach diesem Verfahren die vorliegenden Versuche bearbeitet worden. (Forts. folgt.)

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden, by H. Kamerlingh Onnes, Director of the Laboratory, Nr. 144.

Die nachstehenden Inhaltsangaben sind aus dem französischen Text des Heftes übersetzt.

Nr. 144a. H. Kamerlingh Onnes, Organisation der Versuche über die thermodynamischen Eigenschaften des Ammoniaks und Methylchlorids.

Nr. 144b. G. Holst, Besprechung der bisherigen Messungen über die thermischen Eigenschaften des A. und M.

Nr. 144c. G. Holst, Neue Untersuchungen über die thermischen Eigenschaften des A. und M.

Nr. 144d. G. Holst, Formeln und Größen, betreffend die Zustandsgleichungen, die Dampfdrücke, die Rauminhalte des gesättigten Dampfes und die Verdampfungswärmen des A. und M.

In Nr. 144a wird erwähnt, daß auf den Kältekongressen von seiten der Ingenieure mehrfach angeregt worden sei, neue Bestimmungen der thermodynamischen Eigenschaften der beiden Stoffe auszuführen. Im Auftrag der »internationalen Kommission der internationalen Kälte-Vereinigung« sind solche Versuche in dem unter Leitung von Kamerlingh Onnes stehenden Leidener Laboratorium von dessen Assistenten G. Holst mit den Einrichtungen des Laboratoriums angestellt und verarbeitet worden (Doktor-Dissertation von G. Holst, Zürich 1914).

In Nr. 144a u. b wird festgestellt, welche neuen Untersuchungen nötig sind, um unter Verwendung der bisherigen Werte die thermischen Größen in dem technisch wichtigen Gebiet zwischen -40^0 und $+40^0$ C für gesättigte, $+100^0$ für überhitzte Dämpfe vollständig zu bestimmen. Ausgeführt ist ein Teil dieser noch nötigen Versuche, und zwar:

1. Der Zusammenhang zwischen Druck und Raum bei unveränderlicher Temperatur (Isothermen) von rd. $+20^0$, 24^0, 40^0, 44^0, 100^0 für Ammoniak (Drücke zwischen rd. 4 und 21 Atm.), von $+20{,}5^0$ für Methylchlorid.

2. Messungen des Druckes bei unverändertem Raum und den Temperaturen von rd. -32^0, -37^0, -43^0 bei Ammoniak.

3. Die Drücke des gesättigten Dampfes bei rd. $+20^0$ und $+45^0$, bei rd. -32^0, -37^0, -43^0 für Ammoniak; bei 14 Temperaturen zwischen -47^0 und $+40^0$ für Methylchlorid.

Kalorimetrische Messungen wurden nicht ausgeführt. Die Verdampfungswärmen in nachstehender Tabelle sind von Holst aus der Clapeyronschen Gleichung mit Hilfe der Rauminhalte des Sattdampfes berechnet; diese Räume sind selbst wieder aus einer angenäherten Zustandsgleichung mit Hilfe der gemessenen Sättigungsdrücke bestimmt. Als Kontrollwerte wurden die Messungen von Regnault u. a. verwendet. Die spezifischen Wärmen der Flüssigkeit unter 0^0 sollen nach S. 32 bis jetzt nicht gemessen worden sein. Drewes hat aber solche Messungen bis -77^0 herab ausgeführt.

Gesättigte Ammoniakdämpfe.

Temperatur t^0 C	Dampfdruck p kg/qcm	Spez. Volumen der Flüssigkeit $1000\,\sigma$ ltr/kg	Spez. Volumen des Dampfes v_s cbm/kg	Verdampfungswärme r kcal/kg	Äußere Verdampfungswärme $Ap\,(v_s - \sigma)$ kcal/kg
-40^0	0,727	1,449	1,562	328,5	26,57
-35	0,942	1,464	1,227	325,5	27,02
-30	1,206	1,477	0,9734	322,5	27,44
-25	1,528	1,490	0,7802	319,3	27,85
-20	1,916	1,506	0,6312	316,0	28,23
-15	2,378	1,520	0,5151	312,6	28,59
-10	2,926	1,536	0,4237	309,0	28,92
-5	3,571	1,550	0,3512	305,3	29,22
0	4,322	1,567	0,2931	301,4	29,49
$+5$	5,192	1,585	0,2462	297,4	29,73
10	6,194	1,603	0,2080	293,2	29,93
15	7,340	1,621	0,1768	288,9	30,09
20	8,645	1,639	0,1510	284,4	30,22
25	10,121	1,658	0,1296	279,6	30,30
30	11,778	1,678	0,1117	274,8	30,34
35	13,647	1,701	0,0966	269,6	30,32
40	15,727	1,721	0,0839	264,2	30,26

In der Tabelle sind die wichtigsten der von Holst angegebenen Werte für gesättigte Dämpfe und Flüssigkeit

enthalten. Die Drücke werden von Holst in »internationalen Atmosphären« (1 Atm. = 76 cm Hg) angegeben. In der Tabelle sind sie auf kg/qcm umgerechnet.

Die Zustandsgleichung der überhitzten Dämpfe wird nach Kamerlingh Onnes in der Form angeschrieben

$$pv = RT\left(1 + \frac{B}{v} + \frac{C}{v^2}\right),$$

worin B und C nur Funktionen der Temperatur sind und daher für gleichbleibende Temperatur unveränderlich. Die Gleichung ist also diejenige einer Isotherme. Für B und C gibt Holst die Ausdrücke an (Ammoniak)

$$B = 0{,}00236 - 0{,}0625 \cdot \left(\frac{100}{T}\right)^2 - 0{,}494 \cdot \left(\frac{100}{T}\right)^4$$

$$C = -259{,}1 \cdot 10^{-6} + \frac{50{,}48}{T^2} - \frac{3{,}0352}{T^4} \cdot 10^6.$$

Das Volumen v ist hierbei nicht, wie sonst üblich, in ccm für 1 g oder cbm für 1 kg angegeben, sondern als Verhältnis des wirklichen Volumens zum Volumen des gasartig gedachten Körpers bei 0° und 76 cm (sog. theoretisches Normalvolumen, berechenbar aus dem Molekulargewicht). Die Konstante R hat demzufolge den Wert

$$R = \frac{1}{273{,}09},$$

weil für $p = 1$, $T = 273{,}09$, $B = 0$, $C = 0$ (Gaszustand) $v = 1$ sein muß. R ist also mit der gewöhnlichen Gaskonstanten oder der allgemeinen Gaskonstanten für 1 Mol. nicht zu verwechseln. Man muß somit, um das wahre Volumen aus der Zustandsgleichung bestimmen zu können, das theoretische Normalvolumen wissen, das für Ammoniak zu 1,3172 l für 1 g angegeben wird. p ist in »internat. Atmosphären« einzusetzen.

Es wird nicht zuviel gesagt sein, wenn man den Formelausdruck, der durch Einsetzen von B und C in die Gleichung für pv entsteht und die Zustandsgleichung der überhitzten Ammoniakdämpfe darstellt, als unübersichtlich und zu technischer Verwendung wenig geeignet bezeichnet, besonders in Verbindung mit den ungewöhnlichen Einheiten.

Die Frage der technisch sehr wichtigen Adiabaten der gesättigten und überhitzten Dämpfe wird nicht erörtert.

Am Schluß von 144a werden Diagramme mit den angegebenen Grundlagen in Aussicht gestellt.

Eine erschöpfende Behandlung der thermischen Eigenschaften des Ammoniaks wird auch durch die vorliegende Arbeit noch nicht geboten.

Bei dieser Gelegenheit sei es gestattet, dem Wunsch Ausdruck zu geben, es möge in den Veröffentlichungen des Leidener Laboratoriums, die nicht in der Landessprache erfolgen, neben der französischen und englischen Sprache auch die deutsche zu ihrem Rechte kommen. W. Schüle.

Über die Wärmeübertragung von strömendem, überhitztem Wasserdampf an Rohrwandungen und von Heizgasen an Wasserdampf. Dr.-Ing. R. Poensgen. Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure, **60**, H. 2, S. 27 (Forts. folgt).

Die Arbeit ist ein Auszug aus der demnächst in den Mitteilungen über Forschungsarbeiten erscheinenden ausführlichen Abhandlung. Die theoretischen Grundlagen werden angegeben, die Versuchsanlage wird beschrieben. Für den Wärmeübergang von Heißdampf an die Wand wird gefunden:

$$\alpha = 3{,}29 \frac{p^{1{,}082}\, w^{0{,}892}}{d^{0{,}164}\, 10^{0{,}0017\, t_w}} \left(\frac{\text{WE}}{\text{st, °C qm}}\right),$$

wobei bedeuten:

p der absolute Druck in kg/qcm,
w die mittlere Dampfgeschwindigkeit im Rohr in m/sec,
t_w die Wandtemperatur in °C,
d den Rohrdurchmesser in m,
α ist etwas von der Rohrlänge abhängig.

Über das thermische Verhalten einiger komprimierter und kondensierter Gase bei tiefen Temperaturen. A. Eucken. Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft. **18**, Heft 1.

Es werden die Atom- bzw. Molekularwärmen des Heliums, Wasserstoffes, Sauerstoffes, Stickstoffes, Argons, Kohlenoxyds bei Temperaturen zwischen 17 und 65° abs. in festem, flüssigem und gasförmigem Zustande nach neuen Messungen angegeben. Von besonderem Interesse ist die Feststellung, daß es vom festen N_2 zwei, vom O_2 drei, von CO zwei feste Modifikationen gibt und daß die Umwandlungswärmen recht beträchtlich sind. So ist z. B. die Schmelzwärme des O_2 105,5 Kal. pro Mol., während die Umwandlungswärme von festem Sauerstoff I in die zweite Modifikation (bei 42 bis 45° K.) 167,4 Kal. pro Mol. und die Umwandlungswärme in die dritte (bei 22,6 bis 25,5° K.) 17,5 Kal. pro Mol. betragen. Des weiteren werden die Verdampfungswärmen wie folgt angegeben:

H_2	229	Kal. pro	Mol.
N_2	1363	»	»
Ar	1501	»	»
O_2	1599	»	»
CO	1414	»	»

Die Kompressibilität des Wasserstoffes wurde zu $K = 1{,}95\ 10^{-3}$ qcm/kg festgestellt.

Über den Wärmeinhalt einatomiger Flüssigkeiten. A. Eucken. Verhandlungen der deutschen Physikalischen Gesellschaft. **18**, Heft 1, S. 18.

Über das Wärmeleitvermögen einiger Metalle bei tiefen Temperaturen. Rolf Schott. Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft. **18**, Heft 1, S. 27.

Kältemaschinen.

Steam economy of an absorption refrigerating machine. C. W. Vogt. Am. Soc. Refr. Eng., Nov. 1915, S. 37.

Verfasser vergleicht die Wirtschaftlichkeit der Absorptionskältemaschine mit der von Kompressionskältemaschinen, die von verschiedenartigen Wärmekraftmaschinen angetrieben werden. Der Dampfverbrauch wird sehr vorsichtig mit 4,5 kg für 1000 Kal. angenommen, bei einer Soletemperatur von −14,5° C und einer Kühlwasserzulauftemperatur von +15,5° C.

Bei Destillateiserzeugung ist die Absorptionsmaschine ohne weiteres im Vorteil. Es wird daher Eiserzeugung aus Frischwasser vorausgesetzt, ein Gebiet, das gewöhnlich als Domäne der Kompressionsmaschine angesehen wird. Dann ist bei einer 600000 Kal.-Maschine der Dampfverbrauch der Absorptionsmaschine um ein Drittel geringer als der einer Kompressionsmaschinenanlage, die von einer einfachen Corlissmaschine angetrieben wird. Hierbei spricht mit, daß der Abdampf der für die Nebenbetriebe erforderlichen Dampfmaschine in der Absorptionsmaschine noch voll ausgenutzt wird, während die Kompressionsmaschinenanlage dadurch voll belastet wird.

Bei dem Vergleich mit der Dieselmaschine heben die höheren Anlagekosten der letzteren den Gewinn an den billigen Brennstoffen — eine Tonne Kohle kostet 2 Doll. — vollkommen auf. Bei elektrischem Antrieb sind wieder die Betriebskosten zu hoch.

Diese für amerikanische Verhältnisse der Absorptionsmaschine günstigen Werte sind, wie schon aus den Zahlenangaben hervorgeht, auf mitteleuropäische Verhältnisse nicht ohne weiteres übertragbar, bleiben aber mit Rücksicht auf den Weltmarkt auch für uns zu beachten. A.

Verschiedenes.

The development of refrigeration in the United States. J. F. Nickerson. Ice and Refrigeration **49**, 4, S. 170.

Der Vortrag, den Nickerson auf dem internationalen Ingenieurkongreß gehalten hat, gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil werden insbesonders an Hand der Patentliteratur, die Männer und ihre Verdienste angegeben, die als Vorläufer

und Begründer der heutigen Kältetechnik zu bezeichnen sind. Der zweite Teil beschäftigt sich mit den letzten 25 Jahren, der Zeit des raschen Aufschwunges, die eingeleitet wurde durch die Begründung von Fachvereinen und Fachzeitschriften, und zählt die Fortschritte im Bau der Apparatur, der Eiserzeugung aus Rohwasser usw. auf. Im dritten Teil wird ein Überblick über die jetzige Verbreitung der Kältetechnik in den Vereinigten Staaten gegeben. Es gibt dort etwa 1000 Kühlhäuser (general cold storage ware-houses) mit einem Lagerraum von 250000000 cbf = 710000 cbm. Rechnet man die Kühlräume der Packhäuser und Brauereien hinzu, so kommt man auf 1140000 cbm, und wenn man noch diejenigen der Speiseeisfabriken, Apfellager usw. dazu zählt, auf 1420000 cbm, ungerechnet die vielen Anlagen in Gasthäusern, Klubhäusern usw. Im ganzen sind über 12000 Kältemaschinenanlagen in Betrieb, mit etwa 30000 Kältemaschinen; der Wert der gekühlten Waren beträgt etwa 3 Milliarden Dollar.

Bücherbericht.

(Besprechung vorbehalten.)

Alle hier erwähnten und besprochenen Schriften sind zu beziehen durch die Buchhandlung R. Oldenbourg, München, Glückstr. 10.

Dr. L. Graetz, Die Elektrizität und ihre Anwendung. 17. Auflage. (77. bis 86. Tausend.) 748 S. 8° mit 687 Abbildungen. Stuttgart, Engelhorns Nachf., 1914. Preis 9 M.

Das bekannte und beliebte Buch, »Der Graetz«, hat auch in seiner neuen Auflage, den in der letzten Zeit in der wissenschaftlichen Elektrizitätslehre und in der Anwendung der Elektrizität gegebenen vielfachen und wichtigen Fortschritten Rechnung tragend, umfangreiche Erweiterungen und Vermehrungen erfahren. Für den Leserkreis dieser Zeitschrift sei über den Inhalt des Buches kurz gesagt, daß das gesamte Gebiet der Elektrizitätslehre und der Elektrotechnik in zwei umfangreichen Teilen von je 15 Kapiteln lückenlos behandelt wird. Der erste Teil behandelt in den ersten zehn Kapiteln die bekannteren Erscheinungsweisen und Wirkungen der Elektrizität, während in den weiteren Kapiteln die elektrischen Schwingungen, der Durchgang der Elektrizität durch Gase (Elektronentheorie), die Radioaktivität und die Beziehungen der Elektrizität zum Licht sehr eingehend durchgenommen werden. Der zweite praktische Teil bringt die Anwendungen der Elektrizität, und zwar werden hier die Generatoren, Akkumulatoren, Transformatoren, Umformer und Gleichrichter, das elektrische Licht, die Motoren, die elektrische Kraftübertragung und Verteilung, elektrische Bahnen, Boote, Automobile, die Elektrochemie, Galvanoplastik, die Telegraphie, Telephonie und die drahtlose Telegraphie ihrer Bedeutung entsprechend behandelt.

In die vorliegende Auflage sind neu aufgenommen: Untersuchungen über die Beugung von Röntgenstrahlen, die neuen Untersuchungen über Radioaktivität, die photographische Darstellung der Bahnen der α-, β- und Röntgenstrahlen, die Kondensatormaschine, die Überführungszahlen, die Ventilröhren, die Hochspannungsgleichrichter, die scheinbare Masse der Elektronen, die registrierenden Meßinstrumente, die Charakteristik der Dynamomaschinen, die Meßtransformatoren, Einankerumformer, die Flammecolampe, Halbwattlampe, die Lieben-Reißsche Telephonie, die Hochfrequenzmaschine, elektrische Aufzüge, der Drehstrom-Kommutatormotor, die Großgleichrichter u. a. m.

Die Darstellung des Stoffes ist auch in der neuen Auflage des Werkes überaus klar und deutlich. Auch diese Auflage wird dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft und Technik gerecht, wobei nicht nur die wichtigen Fortschritte Berücksichtigung finden, sondern auch an sich weniger wichtige Punkte berührt werden. Als Beispiel sei angeführt, daß der bekannte Ringanker, der seit vielen Jahren fälschlich als Grammescher Ring angegeben wird, richtig als von Pacinotti stammend bezeichnet wird.

In dem Werke sind jede mathematische Ableitung und Entwicklung vermieden worden. Das Buch kann außer Studierenden an Hochschulen auch den Schülern von Mittelschulen und Fachschulen recht empfohlen werden. Sicher wird es auch ebenso wie seine Vorauflagen in den Kreisen der in der Praxis stehenden Ingenieure viele Freunde finden. Die zahlreichen Abbildungen des Buches sind durchgängig vorzüglich. Die ganze Ausstattung des Werkes muß als mustergültig bezeichnet werden. Gruhl.

Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen.

Wird das Recht zum Betriebe eines Eiswerkes von der Veränderung der örtlichen Verhältnisse beeinflußt? Daß der Betrieb eines Eiswerkes notwendigerweise in zahlreichen Fällen mit Geräuschen, Gerüchen, Zuführung von Rauch, Dämpfen und Gasen verknüpft ist, ist eine bedauerliche Tatsache, mit der aber zurzeit als mit einer gegebenen Notwendigkeit gerechnet werden muß. Das freie Recht eines jeden Industriellen zum Fabrikbetriebe und das freie Recht eines jeden Bürgers auf unbeschränkten Genuß seiner Rechtsgüter, insbesondere seines persönlichen Wohlbehagens, sind zwei Rechte, die sich oft aneinander reiben, und von denen zuweilen das eine notwendig dem anderen weichen muß.

Das Bürgerliche Gesetzbuch hat den Schwierigkeiten, die aus diesen Reibungen entstehen, Rechnung zu tragen versucht in den grundstücksrechtlichen Bestimmungen des § 906. Es heißt dort: Der Eigentümer eines Grundstückes kann die Zuführung von Gasen, Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Ruß, Wärme, Geräusch, Erschütterungen und ähnliche von einem anderen Grundstück ausgehende Einwirkungen insoweit verbieten, als die Einwirkung die Benutzung seines Grundstückes nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt oder durch eine Benutzung eines anderen Grundstücks herbeigeführt wird, die nach den örtlichen Verhältnissen bei Grundstücken dieser Lage gewöhnlich ist.

Die örtlichen Verhältnisse bei Grundstücken dieser Lage, darin liegt der wesentliche Punkt, in dem das Gesetz versucht, die Interessen der Industrie zu schützen gegen die an sich ebenso berechtigten Interessen der Nachbarn.

Die rapide Entwicklung mancher Städte hat es mit sich gebracht, daß ein Stadtviertel, in dem seit langer Zeit ein Fabriksunternehmen, etwa ein Eiswerk, betrieben wird, und das früher überhaupt nicht bewohnt war oder den Charakter eines Arbeiterviertels oder überhaupt eines Industrieviertels hatte, mit der Zeit seinen Charakter änderte: die städtischen Ansiedlungen dehnten sich bis in die Nachbarschaft des Eiswerkes aus, oder das ehemalige Industrieviertel nahm das Aussehen eines Villenviertels an; und während zur Zeit der Errichtung des Eiswerkes die Zuführung von Geräuschen, Gerüchen, Ruß usw. nach der örtlichen Lage des Grundstückes zulässig war, sind nachträglich die örtlichen Verhältnisse so geworden, daß ein weiterer Betrieb des Eiswerkes nicht mehr den »örtlichen Verhältnissen bei Grundstücken dieser Lage gewöhnlich« anzusehen ist.

Es fragt sich, ob in derartigen Fällen durch die nachträgliche Veränderung der örtlichen Verhältnisse für die anwohnenden Grundbesitzer das bis dahin nicht bestehende Recht auf Untersagung der Zuführung von Geräuschen, Gerüchen, Ruß usw. nicht entsteht.

Eine Bejahung dieser Frage würde unter Umständen in erheblicher Weise in den Betrieb des Eiswerkes eingreifen. Wenngleich es häufig für den Eigentümer eines Eiswerksgrundstücks wirtschaftlich angebracht ist, den Betrieb zu verlegen und das Grundstück zum Zwecke des Haus- oder Villenbaues zu parzellieren, so gibt es doch auch Fälle, wo selbst bei erheblicher

Steigung des Grundstückwertes eine Verlegung des Betriebse untunlich ist; sei es, daß gerade die örtliche Lage z. B. an einem Flusse, von unschätzbarem Werte ist, sei es, daß durch den Einbau von Maschinen usw. die Verlegung ungeheuere Kosten verursachen würde, sei es schließlich, daß die Hypothekenverhältnisse nicht die Möglichkeit geben, die eingebauten Anlagen der Hypothekenhaftung zu entziehen.

Demnach muß man in einem derartigen Falle zugunsten der Nachbarn entscheiden. Der § 906 BGB. gehört zwar zu dem genannten Sachenrecht, enthält aber selbst kein dingliches Recht, d. h. kein Recht, das unlösbar mit dem Eigentum an einem Grundstück verbunden ist. Vielmehr regelt dieser Paragraph nur diejenigen Rechte, die aus einem Eigentum an einem Grundstück fließen, in erster Linie also das Recht, die Zuführung von Geräuschen, Gerüchen, Gasen usw., die über das Maß des Unwesentlichen hinausgeht, grundsätzlich untersagen zu dürfen, ein Recht, das nur gehemmt ist, solange die Zuführung dieser Beeinträchtigungen den Verhältnissen der örtlichen Lage der Grundstücke entsprechend üblich ist.

Nur so lange also, wie die Zuführung von Geräuschen und Gerüchen üblich bleibt, so lange hat der Besitzer des Eiswerkes die Möglichkeit, gegen die Geltendmachung des Rechtes des Nachbarn auf Untersagung dieser Beeinträchtigungen Gegenrechte geltend zu machen. Selbst ein jahrzehntelanger, ungestörter Betrieb des Eiswerkes würde kein Recht zur Fortführung desselben entstehen lassen, da das Bürgerliche Gesetzbuch eine Ersitzung eines solchen Rechtes, wie sie nach dem gemeinen Rechte noch möglich war, nicht kennt.

In dem Augenblick also, in dem ihm die Üblichkeit durch die örtlichen Verhältnisse nicht mehr zur Seite steht, in dem Augenblick fällt sein Schutz, und er sieht sich genötigt, falls sich keine sichernden Maßnahmen zur Schalldämpfung, Rauchverbrennung usw. treffen lassen, den Eiswerkbetrieb einzustellen.

So hat auch vor kurzer Zeit das Reichsgericht entschieden. (Vgl. »Deutsche Juristen-Zeitung« Bd. 12, S. 237.)

Jeder Eiswerksbesitzer wird aber daher gut tun, sich über die Ausbreitung der benachbarten Stadtviertel oder über die beginnende Veränderung der örtlichen Verhältnisse rechtzeitig zu orientieren, und falls es vorauszusehen, daß in absehbarer Zeit für die Nachbarn ein Recht erwächst, gegen die Fortsetzung des Eiswerkbetriebes Einspruch zu erheben, wird er gut tun, sich von den Nachbarn ein besonderes Recht für die Zuführung von Geräuschen, Gerüchen usw. zu sichern und dieses Recht in das Grundbuch eintragen zu lassen, wenn das aber nicht möglich ist, lieber schon rechtzeitig für eine Verlegung des Betriebes Sorge zu tragen und keine kostspieligen Veränderungen, Erweiterungen usw. mehr vornehmen zu lassen, die ihm ev. bei einer späteren notwendigen Betriebsverlegung pekuniäre oder andere Hindernisse bereiten würden.

Kleine Mitteilungen.

Aus der Geschäftsleitung des Berliner Werkes der **Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen** ist Herr Kommissionsrat A. Krüger am 15. Jan. 1916 ausgeschieden. An seine Stelle ist Herr P. Hennig, früher Leiter des Nürnberger Werkes, getreten.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente.

Anmeldungen.

17a. Gr. 2. H. 59011. Kältemaschine, deren Kompressorzylinder im Verflüssigungsraum des Kondensators liegt. Horst — Automatische Kältemaschinen G. m. b. H., Hamburg. 13. 9. 12.

87e. Gr. 5. D. 31632. Verfahren zur Herstellung von Sprengpatronen aus flüssiger Luft und einem Kohlenstoffträger. Ernst Daege, Kattowitz, Beatestr. 6. 9. 3. 15.

Erteilungen.

17a. 290100. Leistungsregler für Kältekompressoren. Dr. Gust. Döderlein, Karlsruhe, Bismarckstr. 61a. 4. 12. 14. D. 31428.

Löschungen.

17c. 212606. 17d. 134621.

Gebrauchsmuster. (Eintragungen.)

17c. 640900. Isolation von festen Raumspeichern. Otto Estner, Kühlwerksbau G. m. b. H., Dortmund. 9. 12. 15. E. 22174.

17d. 641030. Dampf-Verdichtungsanlage. Maschinenfabrik Oerlikon, Oerlikon b. Zürich; Vertr.: Th. Zimmermann, Stuttgart, Rotebühlstr. 59. 22. 4. 15. M. 53432.

17e. 641137. Wassergang aus gezogenem oder gewalztem Profileisen mit eingeschweißten Kühlröhren und Trennungsstegen für Oberflächen-Berieselungskühlapparate. Fa. Otto Anton Klotz, Heidelberg. 15. 12. 15. K. 67304.

Auszüge aus den Patentschriften.

17e. 287374. Wellblechförmige Einsätze für Berieselungsvorrichtungen. Alfred Schindler in Mähr. Ostrau.

Patentansprüche:

1. Wellblechförmige Einsätze für Berieselungsvorrichtungen, dadurch gekennzeichnet, daß die den Einsatz bildenden wellenförmigen Elemente mit wagerecht verlaufenden, den Wellenzügen parallelen, zweckmäßig gezahnten Schlitzen versehen sind, durch die der herabrieselnde Stoff von der einen Seite eines Elementes zur anderen oder von einem Element auf das andere überströmt, und daß die Schlitze auf den Elementen derart räumlich angeordnet sind, daß der herabrieselnde Stoff stets nur über die nach oben gerichteten Flächen der Elemente strömt.

2. Wellblechförmige Einsätze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wellblechförmigen Elemente in an sich bekannter Weise stehend angeordnet und oberhalb jeder Biegung mit einem Schlitz versehen sind, durch den der berieselnde Stoff von der einen zu der anderen Seite jedes Elementes übertritt.

3. Wellblechförmige Einsätze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente wagerecht liegend angeordnet und in den Wellentälern mit Längsschlitzen versehen sind, so daß beim Übereinanderschichten der Elemente die nicht geschlitzten Wellenkämme des einen Elementes in die Schlitze des darüberliegenden Elementes eingreifen.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz-Ludwigshöhe.

Schriftführer: J. O. Knoke, Direktor. Adr.: Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12.

Die Geschäfte des **Schatzmeisters** führt zurzeit der Schriftführer des Vereins.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. **A. Nägel,** Dresden.

Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur **G. Cattaneo,** Berlin.

Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Kommissionsrat **A. Krüger,** Berlin.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT

FÜR DIE

GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER

ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER

DR.-ING. MARTIN KRAUSE

BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON

R. OLDENBOURG

MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:

Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).

Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).

Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Berlin, Trebbinerstraße 5 (für wirtschaftliche Aufsätze).

M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.

Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang **München, März 1916** **3. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Die Messung der relativen Feuchtigkeit der Luft in Gefrierräumen. Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig. S. 25. — Zur Theorie der Berieselungskondensatoren. Von Dr.-Ing. Martin Krause. (Fortsetzung.) S. 29. — Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei »trockenem« und »nassem« Kompressorgang. (Mitteilung aus dem Maschinenbaulaboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg.) Von Dr.-Ing. W. Koeniger. (Fortsetzung.) S. 33.

Bücherbericht. S. 35. — **Kleine Mitteilungen.** S. 36.

Persönliches. S. 36. — **Patentbericht.** S. 36.

Deutscher Kälte-Verein. S. 36.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Die Messung der relativen Feuchtigkeit der Luft in Gefrierräumen.

Von Professor Dr.-Ing. R. Plank, Danzig.

Zur Messung der relativen Feuchtigkeit in Kühl- und Gefrierräumen bedient man sich der Aspirationspsychrometer und Haarhygrometer. Letztere haben den Vorzug einer sehr einfachen Ablesung, sie sind aber bis zu einem gewissen Grade unzuverlässig und müssen jedenfalls des öfteren mit Hilfe von Aspirationspsychrometern geeicht werden. Die primäre Messung der Luftfeuchtigkeit geschieht daher stets durch das Aspirationspsychrometer, welches den einzigen auf sicherer Grundlage basierenden Meßapparat darstellt. Für die Berechnung der relativen Feuchtigkeit ist außer der psychrometrischen Temperaturdifferenz nur die genaue Kenntnis der Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes erforderlich, welche durch Versuche von Scheel und Heuse[1]) in dem uns interessierenden Gebiet festgelegt ist. Bezeichnen wir mit p_s bzw. p_s' die Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes in mm Quecksilber bei den Temperaturen t des trockenen bzw. t' des feuchten Thermometers, so beträgt die gesuchte Dampfspannung p nach Sprung[1])

$$p = p_s' - \tfrac{1}{2}\,(t - t') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1),$$

vorausgesetzt, daß der Barometerstand von der normalen Höhe nicht bedeutend abweicht. Diese empirische Formel, deren Richtigkeit durch zahlreiche Versuche nachgewiesen ist[2]), bleibt nach Versuchen von Süring auch für Temperaturen unter 0° gültig. Die Konstante ½ in der Formel (1) bezieht sich auf Luftgeschwindigkeiten von etwa 2 m pro Sek., die z. B. in der bekannten Ausführungsform des Aspirationspsychrometers von R. Fueß, Berlin-Steglitz, verwirklicht werden.

Die relative Feuchtigkeit f in Prozenten beträgt dann

$$f = 100\,\frac{p}{p_s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Die Berechnung von f bietet somit keine prinzipiellen Schwierigkeiten. Bei tieferen Temperaturen in der Nähe von 0° ergeben sich allerdings insofern meßtechnische Komplikationen, als die Sättigungsspannungen des Wasserdampfes sehr kleine Werte annehmen (z. B. bei 0° nur noch 4,58 mm Quecksilber), so daß sich selbst bei ziemlich trockener Luft eine psychrometrische Differenz von nur wenigen Zehntelgraden

[1]) Scheel und Heuse, Annalen des Physik **29**, 1909, S. 734, und **31** (1910), S. 731.

[1]) Sprung, »Das Wetter«, Jahrgang 1888.

[2]) A. Svensson, Zur Kenntnis des ventilierten Psychrometers, Stockholm 1898.

ergibt. Dies erfordert die Verwendung von sehr genauen, gegeneinander abgestimmten Thermometern, deren Skala eine sichere Ablesung auf Zehntelgrade gestattet, und auch die Ablesung selbst muß mit genügender Vorsicht erfolgen, weil die empfindlichen Thermometer durch die Körperwärme leicht beeinflußt werden.

Wenn das feuchte Thermometer unter 0° sinkt, so kann sich an der um die Quecksilberkugel gewickelten Gaze entweder unterkühltes Wasser oder Eis bilden. Wenn man die Absenkung des Thermometerfadens verfolgt, so kann man den Zustand des Wassers an der Gaze mit Bestimmtheit angeben: Bleibt nämlich der Faden bei 0° eine Weile stehen, so tritt Eisbildung ein, wenn dagegen der Faden durch 0° stetig hindurch geht und noch weiter sinkt, so haben wir an der Gaze unterkühltes Wasser. Vielfach erhält man zuerst eine geringe Unterkühlung, bald springt aber der Thermometerfaden auf 0° zurück, bleibt eine gewisse Zeit unbewegt und sinkt dann langsam weiter.

Je nachdem wir am feuchten Thermometer unterkühltes Wasser oder Eis haben, muß in Gleichung (1) nach den Vorschlägen von Süring für p_s' die Sättigungsspannung über Wasser oder Eis eingesetzt werden. Es ist bekannt, daß diese beiden Spannungswerte um so mehr voneinander abweichen, je tiefer die Temperatur unter den Gefrierpunkt sinkt. Die instabile Form (unterkühltes Wasser) hat dabei immer eine größere Dampfspannung als die stabile (Eis). Die Spannungswerte sind in folgender Tabelle eingetragen. Bei 0° ist die Sättigungsspannung über Wasser und Eis die gleiche: diese Temperatur stellt den einzigen Punkt dar, in welchem die drei Aggregatzustände des Wassers miteinander im Gleichgewicht stehen.[1])

Tabelle 1.

t °C	Sättigungsspannung p_s über Wasser mm Hg	Sättigungsspannung p_s über Eis mm Hg	t °C	Sättigungsspannung p_s über Wasser mm Hg	Sättigungsspannung p_s über Eis mm Hg
— 0	4,58	4,58	— 13	1,70	1,50
— 1	4,26	4,22	— 14	1,57	1,37
— 2	3,96	3,89	— 15	1,44	1,25
— 3	3,68	3,58	— 16	1,33	1,14
— 4	3,42	3,29	— 17	1,23	1,04
— 5	3,17	3,02	— 18	1,14	0,95
— 6	2,94	2,78	— 19	1,04	0,86
— 7	2,73	2,55	— 20	0,96	0,78
— 8	2,52	2,34	— 21	0,88	0,71
— 9	2,34	2,14	— 22	0,80	0,65
— 10	2,16	1,96	— 23	0,73	0,59
— 11	2,00	1,80	— 24	0,67	0,53
— 12	1,84	1,64	— 25		0,48

Die Dampfspannung p in Gleichung (1) läßt sich also nach diesen allgemein anerkannten Grundsätzen auch für Temperaturen unter 0° berechnen. Dagegen bestehen für die Berechnung der relativen Feuchtigkeit nach Gleichung (2) noch bedeutende Widersprüche, die einer Klärung bedürfen. Wenn nämlich in Gefrierräumen auch die Temperatur des trockenen Thermometers unter 0° sinkt, so fragt es sich, ob man für die Sättigungsspannung p_s den Wert über Wasser oder über Eis einzusetzen hat. Die in der Literatur vorhandenen Angaben widersprechen sich in dieser Beziehung, so daß eine genauere Prüfung der Frage angebracht erscheint.

In den meisten physikalischen und technischen Handbüchern wird bei Temperaturen des trockenen Thermometers unter 0° für p_s wie für p_s' der Spannungswert über Eis genommen[1]). Man erhält dann bei einem Gleichstand der beiden Thermometer eine relative Feuchtigkeit von 100% genau so wie bei Temperaturen über 0°. Die meteorologischen Beobachtungen im Potsdamer Observatorium[2]) führten jedoch zu dem Ergebnis, daß für p_s in Gleichung (2) auch für Temperaturen unterhalb 0° stets die Sättigungsspannung über Wasser und nicht über Eis zu setzen ist. Diese Forderung wird a. a. O. folgendermaßen begründet:

»Diese Vorschrift bei Aufsuchung der Maximalspannkraft p_s entspricht offenbar vollkommen der Natur der Sache, denn von der im allgemeinen nicht einmal gesättigten Luft werden immer neue Mengen in die Thermometerhülle hineingetrieben, so daß der Wasserdampfgehalt bzw. Maximaldampfdruck derselben unabhängig ist von der kleinen Menge Eis, welche sich am feuchten Thermometer befindet.

Wenn es nicht so wäre, so würde ja auch die bei großer relativer Feuchtigkeit häufig beobachtete Anomalie $t' > t$ nicht eintreten können, denn diese beruht eben darauf, daß hier bei gleicher Temperatur der Dampfdruck der Luft größer ist als der Druck des von der Eishülle ausgesandten Dampfes, derart, daß die Eishülle nicht nur nicht verdunstet, sondern im Gegenteil noch Dampf kondensiert, und dementsprechend gegen das trockene Thermometer nicht sinkt, sondern steigt.«

Die von dem Kgl. Preußischen meteorologischen Institut herausgegebenen »Aspirations-Psychrometertafeln«[3]) sind nach dieser Vorschrift gerechnet, sie weichen daher bei Gefriertemperaturen von den an anderer Stelle veröffentlichten Tafeln[4]) nicht unerheblich ab. Die Abweichungen in den Werten der relativen Feuchtigkeit wachsen mit sinkender Temperatur, entsprechend der Zunahme der Differenz zwischen dem Spannungsmaximum über Wasser und über Eis. In der folgenden Tabelle ist ein Vergleich der nach beiden Methoden berechneten Werte von f enthalten; es be-

[1]) Die genaue Temperatur dieses sog. »Tripelpunktes« liegt für Wasser bei +0,0075°. Der zugehörige Druck beträgt 4,579 mm Quecksilber. Vgl. K. Jellinek, Lehrbuch der physikalischen Chemie, II. Bd., S. 571 (F. Enke, Stuttgart) und M. Planck, Thermodynamik, 3. Aufl., S. 160.

[1]) Vgl. z. B. Landolt-Börnstein 3. Aufl., 1905, S. 128. Siehe auch »Jelineks Anleitung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen«, Wien 1884, S. 44, und Jelinek, »Psychrometertafeln« (Kommissionsverlag Engelmann, Leipzig).

[2]) »Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen des Observatoriums in Potsdam« 1899, S. V u. VI.

[3]) Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig, 2. Aufl., 1914.

[4]) Siehe Anm. 1.

Tabelle 2.

$t - t'$	$-0{,}2^0$		$\pm 0{,}0^0$		$+0{,}2^0$		$+0{,}4^0$		$+0{,}6^0$		$+0{,}8^0$		$+1{,}0^0$	
	f_w	f_e	f_w	f_e	f_w	f_e	f_w	f_e	f_w	f_e	f_w	f_e	f_w	f_e
$t = \pm$ 0,0	—	—	100	100	96	96	92	92	89	89	85	85	81	81
— 2,0	—	—	98	100	94	96	90	92	86	88	82	84	78	80
— 4,0	—	—	97	100	92	95	88	91	83	86	79	81	74	77
— 6,0	100	—	95	100	90	95	85	90	80	84	75	79	70	74
— 8,0	99	—	93	100	88	94	82	88	77	82	71	76	65	70
— 10,0	98	—	91	100	85	93	79	86	73	79	67	73	61	66
— 12,0	96	—	89	100	82	92	75	84	68	76	61	68	55	61
— 14,0	96	—	88	100	80	91	72	81	64	73	56	63	48	56
— 16,0	95	—	86	100	77	89	68	78	59	68	50	58	41	50
— 18,0	94	—	84	100	74	88	63	75	53	63	42	51	32	43

deutet dabei f_w bzw. f_e die relative Feuchtigkeit, berechnet mit der Sättigungsspannung p_s über Wasser bzw. Eis.

In Lagerräumen für gefrorenes Fleisch und gefrorene Fische mißt man bei Temperaturen des trockenen Thermometers von —6 bis —10° psychrometrische Differenz von 0,2 bis 0,5°; die berechnete relative Feuchtigkeit verändert sich daher, wie vorstehende Tabelle zeigt, um 5 bis 8%, wenn man für p_s einmal den Sättigungswert über Eis und das andere Mal über Wasser einsetzt. Diese Differenz kann aber keinesfalls in Kauf genommen werden, wenn man bedenkt, daß die in Gefrier- und Lagerräumen übliche, zulässige relative Feuchtigkeit bei den angeführten Temperaturen in der Nähe von 90%, also sehr nahe an der Sättigung liegt; die Sättigung darf aber niemals erreicht werden, weil ein Niederschlag auf dem Kühlgut selbst in Form von Reif schädlich einwirkt. Man wird dementsprechend einen Lagerraum mit einer relativen Feuchtigkeit von 90% und ev. noch etwas darüber als geeignet ansprechen, während er bei einer relativen Feuchtigkeit von über 95% wegen der drohenden Niederschlagsgefahr nur bei äußerst aufmerksamer Betriebsführung benutzt werden darf. Wir erkennen also, daß die bei den verschiedenen Rechnungsweisen erhaltenen Differenzen von 5 bis 8% in den Werten der relativen Feuchtigkeit die Messung als vollkommen wertlos erscheinen lassen, weil der betreffende Lagerraum bei der einen Rechnungsweise als unbedingt geeignet, bei der anderen als durchaus ungeeignet erscheinen kann.

Die Vorschrift des Potsdamer Observatoriums, für p_s stets den Wert über Wasser einzusetzen, gilt zunächst nur für meteorologische Beobachtungen. Es dürfte vollkommen klar sein, daß man diese Rechnungsweise nicht ohne weiteres auf Gefrierräume übertragen kann; das geht schon aus der oben mitgeteilten Begründung hervor, wonach bei Messungen in der freien Atmosphäre der Wasserdampfgehalt bzw. Maximaldampfdruck der Luft unabhängig ist von der kleinen Eismenge, welche sich am feuchten Thermometer befindet. Denkt man z. B. an Feuchtigkeitsmengen bei Ballonfahrten, so wird gegen obige Begründung nichts einzuwenden sein. Die aufgestellte Forderung erscheint besonders dadurch gerechtfertigt, daß an der freien Atmosphäre wiederholt $t' > t$ beobachtet wurde[1]).

Ganz anders gestalten sich aber die Verhältnisse in einem von der Außenatmosphäre isolierten, belegten Gefrierraum, gleichgültig, ob die Luft in demselben nahezu ruhend ist (Röhrenkühlung) oder einen geschlossenen Kreislauf ausführt (Luftkühlung). Wenn in dem Raum Fleisch, Fische oder andere Ware, die sehr wasserhaltig ist, gelagert wird, so besitzt der von der durchgefrorenen Ware ausgesandte Dampf natürlich die gleiche Spannung wie über Eis. Denkt man z. B. an einen mit Gefrierfleisch dicht gestapelten Raum, so wird man wohl niemals mit der Möglichkeit zu rechnen haben, daß in der Luft eines solchen Raumes die Sättigungsspannung über Wasser erreicht werden kann; es wird sich vielmehr schon bei Erreichung der Sättigungsspannung über Eis der in der Luft enthaltene Wasserdampf auf den Kühlrohren bzw. auf der gefrorenen Ware niederschlagen, so daß mit einer relativen Feuchtigkeit von 100% zu rechnen sein wird. Dann muß aber in Gleichung (2) für p_s der Sättigungswert über Eis eingesetzt werden.

A. Wegener hat meines Wissens als erster klar erkannt, daß man bei Temperaturen unter 0° zwischen einer relativen Feuchtigkeit über Wasser (f_w) und über Eis (f_e) unterscheiden muß[2]). Er gelangt zu dieser notwendigen Auseinanderhaltung der Begriffe bei einer Betrachtung über die spezielle Struktur der Eiswolken. Nachdem er den Begriff der relativen Feuchtigkeit über Wasser (f_w) eingeführt hat, schreibt er:

»Wenn man sich aber vergegenwärtigt, daß der Begriff der relativen Feuchtigkeit ja wesentlich den Zweck hat, uns eine Charakteristik dafür zu geben, wie weit die Luft von der Kondensation entfernt ist, so ist einleuchtend, daß dieser Begriff in der soeben formulierten Definition bei Eiswolken seine Aufgabe nicht erfüllt; denn bei Sättigung in bezug auf Eis, d. h. in dem Augenblick, wo die Eiskondensation beginnt, ist f_w stets kleiner als 100, und zwar um einen

[1]) Diese Anomalie kann ihren Grund allerdings auch in dem verschiedenen Strahlungsvermögen der freien und der mit Gaze umwickelten Thermometerkugel haben.

[2]) A. Wegener, Thermodynamik der Atmosphäre, S. 271, Leipzig 1911, Verlag J. A. Barth.

veränderlichen, bei sinkender Temperatur immer größer werdenden Betrag.

Es ist deshalb zweckmäßig, für solche Fälle die Sättigung in bezug auf Eis anstatt auf Wasser zugrunde zu legen und eine relative Feuchtigkeit in bezug auf Eis einzuführen, welche bei Sättigung in bezug auf Eis gleich 100 wird.«

Danach haben je nach den äußeren Verhältnissen beide Begriffe f_w und f_e ihre Berechtigung. Der Begriff der relativen Feuchtigkeit ist eine auf Übereinkommen beruhende Definition; je nachdem ob bei der Kondensation die Bildung von tropfbarem Wasser oder von Reif erwartet werden kann, wird man sinngemäß auch unterhalb der Sättigung mit der relativen Feuchtigkeit über Wasser oder über Eis rechnen.

Die soeben für Eiswolken angeführte Überlegung kann sofort auch auf Gefrierräume, die mit gefrorener stark wasserhaltiger Ware gefüllt sind, übertragen werden. Auch hier wird man sinngemäß nicht mit f_w, sondern mit f_e rechnen müssen.

Es ist noch von Interesse, festzustellen, ob ein Haarhygrometer, welches wenige Grade über Null mit einem Aspirationspsychrometer geeicht wird, bei Überführung in einen Gefrierraum f_w oder f_e anzeigt. Die Haarhygrometer werden auch als Registrierinstrumente in Kühl- und Gefrierräumen vielfach benutzt. Ich habe zu diesem Zweck einige Versuche in den Gefrierräumen der Norddeutschen Eiswerke in Berlin vorgenommen[1]). Ein Haarhygrometer nach Fueß wurde in einem kühlen Raum mehrere Stunden aufbewahrt und danach mit zwei Aspirationspsychrometern von Fueß, die genau übereinstimmten, verglichen; letztere zeigten $t = +3{,}4^0$ und $t' = +1{,}4_0$.

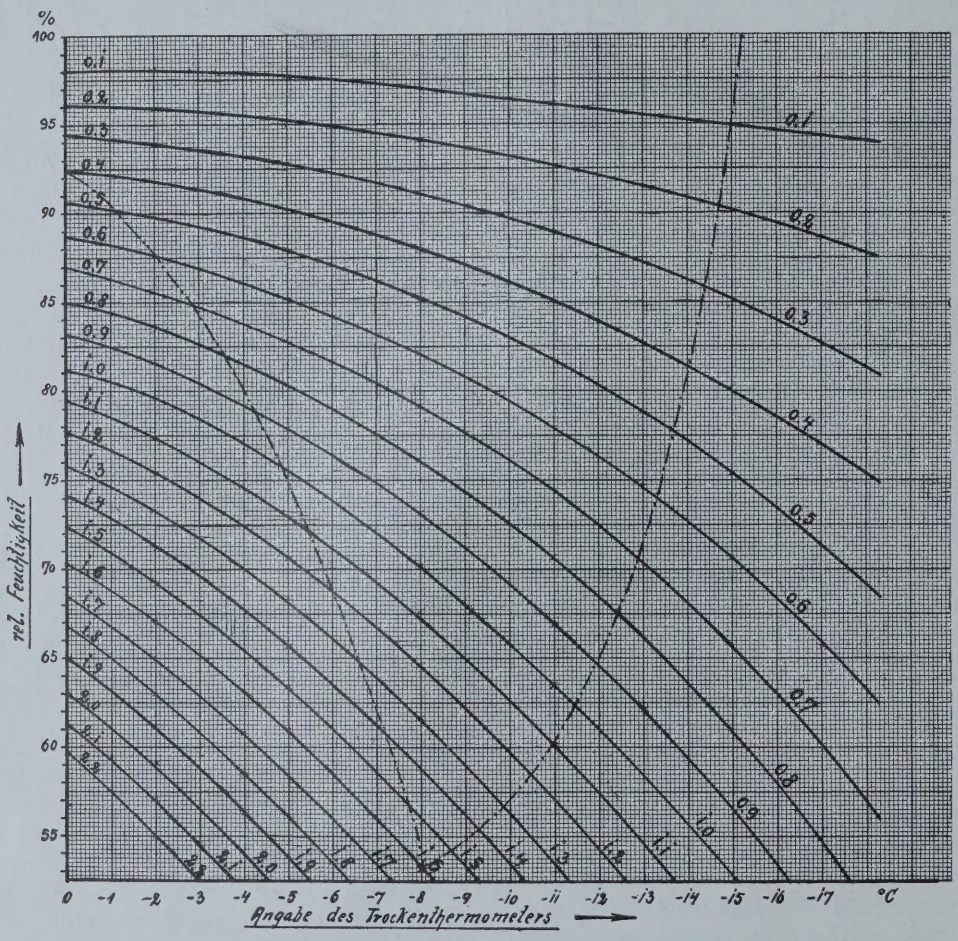


Abb. 9.

Darauf wurde das Hygrometer auf die hieraus berechnete Feuchtigkeit von 69 bis 70% eingestellt und in einem Lagerraum (*S* 18), in welchem gefrorenes Rindfleisch dicht gestapelt war, in unmittelbarer Nähe des Fleisches aufgehängt. Dicht neben dem Hygrometer, zu beiden Seiten desselben wurde je ein Aspirationspsychrometer angeordnet. Nach 2 Stunden zeigte das Hygrometer 94% und blieb auf dieser Stellung stehen. Die beiden Aspirationspsychrometer zeigten $t = -9{,}6^0$ und $t' = -9{,}75^0$. Der mögliche Ablesungsfehler beträgt $\pm\ 0{,}025^0$, so daß sich eine psychrometrische

[1]) Bei der Durchführung der Versuche wurde ich von Herrn Dipl.-Ing. Beitze unterstützt, der auch die vorstehende Zeichnung Abb. 9 ausgeführt hat.

Differenz von $t-t' = 0{,}15^0$ ergibt, und zwar nach den Regeln der Fehlerberechnung[1]) mit einem größtmöglichen Fehler von $\pm\sqrt{(0{,}025)^2 + (0{,}025)^2} = \pm 0{,}035^0$. Daraus berechnet sich $f_e = 94{,}8 \pm 1{,}2\%$ und $f_w = 86{,}8 \pm 1{,}1\%$. Das über 0^0 geeichte Haarhygrometer zeigt also im dicht belegten Gefrierraum die relative Feuchtigkeit über Eis f_e.

Bei einem zweiten Versuch wurde das Haarhygrometer in einem mit gefrorenen Fischen und Geflügel nur schwach belegten Raum (*L* 11) aufgehängt. Nach einigen Stunden stellte sich das Hygrometer auf 82 bis 83% ein. Die beiden Aspirationspsychrometer zeigten $t = -7{,}2^0$ und $t' = -7{,}8^0$, es wird also $t - t' = 0{,}6 \pm 0{,}035^0$. Daraus berechnet sich $f_e = 82{,}9 \pm 1{,}0\%$ und $f_w = 77{,}3 \pm 1{,}0\%$. Das Haarhygrometer zeigt also auch in einem schwach belegten Gefrierraum die relative Feuchtigkeit über Eis f_e.

Fassen wir die vorstehenden Erörterungen zusammen, so erkennen wir, daß es unzulässig ist, für die Berechnung der relativen Feuchtigkeit in geschlossenen Gefrierräumen mit der Sättigungsspannung p_s über Wasser zu rechnen. Die vom Kgl. Preuß. Meteorologischen Institut herausgegebenen Aspirations-Psychrometertafeln dürfen also für Gefrierräume nicht benutzt werden. Die an der freien Atmosphäre häufig beobachtete Anomalie $t' > t$ trat in geschlossenen Gefrierräumen niemals auf[2]). Die bei $t > 0^0$ eingestellten Haarhygrometer zeigen für $t < 0^0$ den richtigen Wert f_e.

In der vorstehenden Abb. 9 ist die relative Feuchtigkeit f_e über der Raumtemperatur t aufgetragen. Die Werte für konstante psychrometrische Differenzen sind graphisch ausgeglichen zu glatten Kurvenzügen vereinigt. Wenn man die Dampfspannungstabellen nicht zur Hand hat, kann man den Wert der relativen Feuchtigkeit direkt aus dieser Abbildung abgreifen. Für rasche und nicht sehr genaue Feststellungen der relativen Feuchtigkeit in praktischen Betrieben ist die Berechnung nach den Gleichungen (1) und (2) unter Zuhilfenahme der Dampfspannungstafeln sehr umständlich, und es fragt sich, ob man nicht eine einfachere empirische Formel zur Berechnung von f_e angeben kann.

Für die Anwendung auf Gefrierräume schlage ich die Formel

$$f_e = 100 - \frac{480\,(t - t')}{24 + t} \quad \ldots\ldots (3)$$

vor, welche die relative Feuchtigkeit in dem in vorstehender Abbildung strichpunktiert eingerahmten Feld mit einer Genauigkeit von 0,5% wiedergibt. Die Formel (3) prägt sich dem Gedächtnis leicht ein und umfaßt das ganze für Gefrierräume praktisch in Frage kommende Gebiet. Für $t = -8{,}0^0$ und $t' = -8{,}6^0$ findet man z. B. nach Gleichung (3)

$$f_e = 100 - \frac{480 \cdot 0{,}6}{16} = 82{,}0\%,$$

während sich aus den Dampfspannungstafeln mit den Gleichungen (1) und (2) mit $p_s' = 2{,}22$ mm und $p_s = 2{,}34$ mm $f_e = 82{,}1\%$ ergibt.

[1]) Vgl. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik, 12. Aufl., 1914, S. 7 ff.

[2]) Es wurden außerordentlich zahlreiche laufende Feuchtigkeitsmessungen in über 30 von der Zentral-Einkaufsgesellschaft, Berlin, benutzten Kühlhäusern vorgenommen.

Zur Theorie der Berieselungskondensatoren.

Von Dr.-Ing. Martin Krause.

(Fortsetzung.)

Die Erwärmung des Zusatzwassers.

Die durch die Erwärmung des Zusatzwassers abgeführte Wärmemenge W ergibt sich aus folgender Betrachtung.

Durch eine Umwälzpumpe wird dauernd die gleiche Wassermenge G_1 kg/st in Umlauf erhalten. Diese Menge wird der Auffangschale des Kondensators mit der Temperatur t_u entnommen und in das Wasserverteilungsstück über dem Kondensator ausgegossen. Es soll zunächst angenommen werden, daß während der Beförderung von unten nach oben eine Temperaturänderung im Wasser nicht auftritt, daß also die Umlaufleitung wärmedicht ist und daß die Abkühlung des Wassers in der Auffangschale vernachlässigt wird. In das Wasserverteilungsgefäß werden G_2 kg Frischwasser mit der in der Regel bekannten Temperatur t_2 zugegossen. G_1 und G_2 mischen sich und nehmen die Temperatur t_o an. Beim Herunterrieseln verdunstet G_3 kg/st und verspritzt G_4 kg/st, während der Betrag $G_5 = G_2 - G_3 - G_4$ durch den Überlauf an der Auffangschale abfließt. G_4 wird vom Winde weggetragen. Das zirkulierende Wasser führt keine Wärme ab, da es unten immer wieder mit der gleichen Temperatur t_u ankommt. Erwärmt wird nur das Zusatzwasser, dem man sich die Beträge G_3 und G_4 entnommen denken kann. Der Betrag G_5 erhöht seine Temperatur von t_2 auf t_u, nimmt also die Wärmemenge $G_5\,(t_u - t_2)$ auf. G_3 verdunstet an der ganzen Fläche, und man kann, wie früher gezeigt, so rechnen, als ob es bei der Temperatur t_m den Kondensator verließe. Bezüglich G_4 sei die Annahme gemacht, daß sich das Verspritzen über die ganze Fläche des Kondensators gleichmäßig verteile. Bei geradliniger Temperaturverteilung führt G_3 den Wärmebetrag $G_3\,(t_m - t_2)$ und G_4 den Betrag $G_4\,(t_m - t_2)$ ab, wobei $t_m = \frac{1}{2}\,(t_o + t_u)$ ist. Dann ist

$$W = G_5\,(t_u - t_2) + (G_3 + G_4)\,(t_m - t_2).$$

Es ist nun noch notwendig, in dieser Gleichung t_u durch t_m, t_2 und die Wassergewichte auszudrücken. Die Mischtemperatur t_0 ergibt sich nach der Richmannschen Regel zu

$$t_o = \frac{G_1 t_u + G_2 t_2}{G_1 + G_2};$$

ferner ist

$$t_m = \tfrac{1}{2}\,(t_o + t_u),$$

also

$$t_u = 2\,t_m - t_o = 2\,t_m - \frac{G_1 t_u + G_2 t_2}{G_1 + G_2},$$

also

$$t_u = \frac{2\,t_m (G_1 + G_2) - G_2 t_2}{2\,G_1 + G_2}.$$

Demnach wird

$$W = (G_3 + G_4)(t_m - t_2) + G_5 \left(\frac{2\,t_m (G_1 + G_2) - G_2 t_2}{2\,G_1 + G_2} - t_2 \right)$$

$$= (G_3 + G_4)(t_m - t_2) + G_5 \frac{(t_m - t_2)(2\,G_1 + 2\,G_2)}{2\,G_1 + G_2}$$

$$= \frac{t_m - t_2}{2\,G_1 + G_2} [2\,G_1 (G_3 + G_4) + G_2 (G_3 + G_4) + 2\,G_1 G_5 + 2\,G_2 G_5]$$

$$W = \frac{t_m - t_2}{2\,G_1 + G_2} [2\,G_1 (G_3 + G_4 + G_5) + G_2 (G_3 + G_4 + G_5) + G_2 G_5].$$

Nun ist aber:

$$G_5 = G_2 - G_3 - G_4,$$

also

$$G_2 = G_3 + G_4 + G_5;$$

mithin ist

$$W = \frac{t_m - t_2}{2\,G_1 + G_2} (2\,G_1 G_2 + G_2 G_2 + G_2 G_5)$$

oder endlich

$$= (t_m - t_2)\,G_2 \left(1 + \frac{G_2 - G_3 - G_4}{2\,G_1 + G_2} \right).$$

In dieser Gleichung sind alle Größen außer t_m bekannt, nur G_3 ist noch eine Funktion von t_m. Aus den Betrachtungen über die Verdunstungsgeschwindigkeit ergibt sich:

$$G_3 = F \cdot f = (0{,}033 + 0{,}0022\,w)\,F\,(P - p_m).$$

Bei der Bestimmung von G_3 kann es auf sehr große Genauigkeit nicht ankommen, da G_3 stets klein gegen G_2 ist und G_4 sehr unsicher ist. Um zu vermeiden, daß t_m in dritter Potenz erscheint, ist hier P durch eine lineare Funktion von t_m auszudrücken. Auch ist es ohne weiteres statthaft, hier anstatt p_m den Wert von p_a zu setzen, wenn es rechnerisch Vorteil bietet.

Es sei noch auf folgendes hingewiesen: Obwohl G_1 an der Wärmeabführung selbst unbeteiligt ist, nimmt W ab, wenn G_1 zunimmt. Ist G_1 sehr groß im Verhältnis zu G_2, so hat W fast nur die Hälfte des Wertes, den es erreicht, wenn $G_1 = 0$ wird. Bildet man die Differenz $t_u - t_o$, so ergibt sich folgendes:

$$t_u - t_o = 2\,(t_u - t_m) = 2 \left[\frac{2\,t_m (G_1 + G_2) - G_2 t_2}{2\,G_1 + G_2} - t_m \right]$$

$$= 2\,\frac{2\,t_m G_1 + 2\,t_m G_2 - G_2 t_2 - 2\,G_1 t_m - G_2 t_m}{2\,G_1 + G_2}$$

$$= 2\,\frac{t_m - t_2}{2\,\frac{G_1}{G_2} + 1}.$$

Je größer also G_1 im Verhältnis zu G_2 wird, um so geringer sind die Temperaturunterschiede im Wasser auf dem Kondensator, um so geringer ist auch der Fehler, der durch die Annahme der geradlinigen Temperaturverteilung gemacht wird. Für die Praxis ist das insofern von Wert, als durch die Vergrößerung von G_1 die Möglichkeit gegeben ist, die Temperaturdifferenz $\vartheta - t_m$ zu verringern. Denn ϑ kann natürlich nie kleiner sein als t_u, $\vartheta - t_m$ ist also stets größer als $t_u - t_m$; je kleiner die letztere Differenz ist, um so kleiner kann die erstere werden.

Wärmeabgabe an die Luft durch Berührung.

Außer durch Verdunsten findet noch eine Wärmeabgabe des Wassers an die Luft durch Berührung statt. Es sei:

t_m die mittlere Temperatur des Wassers,
τ_m die Temperatur der Luft im Kondensator,
α die Wärmeübergangszahl vom Wasser an die Luft in Cal/° C, qm, st,
F die Oberfläche des Wassers in qm,
L die an die Luft abgegebene Wärmemenge in Cal/st.

t_m ist gleich $\frac{1}{2}\,(t_o + t_u)$. Für F gilt das auf S. 10 Gesagte. Es ist

$$L = F\,(t_m - \tau_m)\,\alpha.$$

Bezüglich α bestehen genauere Untersuchungen nur für Röhren, die von Luft durchströmt werden. Für den Übergang an ebene Platten wird in der Praxis und in der heiztechnischen Literatur[1]) $\alpha = 2 + 10\sqrt{w}$ Cal/qm, ° C, st gesetzt, wobei w die Windgeschwindigkeit in m/sec ist. Wenn der angegebene Wert von α auch gewöhnlich nur für trockene Eisenflächen benutzt wird, soll er hier beibehalten werden, schon weil andere Angaben nicht bekannt sind.

Wenn die Geschwindigkeit der Luft beträchtlich ist, kann man ohne großen Fehler in die Gleichung für L die Temperatur der Luft vor dem Eintritt in den Kondensator einsetzen, da sie beim Strömen durch den Kondensator sich nur sehr wenig ändert. Ist die Geschwindigkeit aber sehr klein, so wird man möglicherweise mit der mittleren Temperatur der Luft im Kondensator rechnen müssen, um größere Fehler zu vermeiden.

Die Bestimmung der mittleren Lufttemperatur erfolgt in genau derselben Weise wie die der mittleren Dunstspannung.

Es sei außer den früheren Bezeichnungen

τ die Temperatur der Luft an irgendeiner Stelle im Kondensator,
τ_a die Temperatur der Luft vor dem Kondensator,
τ_e die Temperatur der Luft hinter ihm,
α die Wärmeübergangszahl von Wasser an Luft in Cal/°C, qm, st,
c_p die spezifische Wärme der Luft bei gleichbleibendem Druck in Cal/° C, cbm.

Die an die Luftmenge von δ cbm Inhalt in der Zeit dz vom Wasser abgegebene Wärmemenge ist

$$b\,(t_m - \tau)\;\alpha\;dz = \delta \cdot c_p \cdot d\,\tau;$$

hieraus folgt

$$\tau_e = t_m - (t_m - \tau_a)\,e^{-\frac{\alpha\,l\,b}{\delta \cdot c_p \cdot w \cdot 3600}}.$$

[1]) Marr, das Trocknen und die Trockner.

Für die mittlere Temperatur der Luft im Kondensator gilt genau genug:

$$\tau_m = \frac{\tau_a + \tau_e}{2} = \frac{1}{2}\left(\tau_a + t_m - (t_m - \tau_a)\, e^{-\frac{a\,l\,b}{\delta \cdot c_p \cdot w \cdot 3600}}\right).$$

Es werde nun nachgerechnet, welcher Fehler durch die Nichtbeachtung der Lufterwärmung im Kondensator gemacht wird. Es sei

$l = 4$ m,
$w = 4$ m/sec,
$\tau_a = 20^0$ C,
$\vartheta = 0{,}2$ m,
$b = 1$,
$c = 0{,}28$ Cal/cbm, ^{0}C (bei 20^0 C),
$t_m = 40^0$ C,

dann ist

$$\tau_m = \frac{1}{2}\left(20 + 40 - (40-20)\, e^{-\frac{22 \cdot 4}{02 \cdot 0{,}28 \cdot 4 \cdot 3600}}\right) = 21{,}0^0\text{C}.$$

Rechnet man also mit der größten Temperaturdifferenz statt mit der mittleren, also mit 20^0 C statt 19^0 C, so erhält man für L einen um 5% zu großen Wert, was bei dem an sich kleinen Wert von L nicht eben viel ausmacht.

Nimmt man bei sonst gleichen Verhältnissen $w = 0{,}5$ m/sec an, so wird $\tau_m = 23^0$ C und die mittlere Temperaturdifferenz 17^0 C gegenüber der größten von 20^0 C. Hier beträgt also der Fehler schon 15%, wobei aber zu beachten ist, daß der Gesamtwert von L wegen der Verringerung von a auf 9 (gegen 22 beim vorigen Beispiel) noch bedeutend kleiner geworden ist.

Wegen der geringen Größe von L gegenüber D und W erscheint es allgemein zulässig, mit τ_a an Stelle von τ_m zu rechnen. Im nachstehenden wird dementsprechend $\tau_a = \tau_m = \tau$ gesetzt und geschrieben

$$L = F\,(t_m - \tau)\,(2 - 10\sqrt{w}).$$

Wärmeabgabe durch Strahlung.

Außer durch Berührung und Verdunsten gibt das Wasser auch durch Strahlung Wärme an die Umgebung ab.

Nach Mollier[1]) strahlt ein Körper von der Temperatur T^0 abs. und der Oberfläche F, der sich in einer Umgebung von der Temperatur Θ^0 abs. befindet, stündlich die Wärmemenge

$$S = \frac{F'\left(\frac{T}{100}\right)^4 - F'\left(\frac{\Theta}{100}\right)^4}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C}} \text{ Cal. aus.}$$

Da das Wasser an verschiedenen Stellen verschiedene Temperatur hat und der Betrag S durch die mittlere Temperatur des Wassers t_m ausgedrückt werden soll, so ist zunächst zu untersuchen, ob die mittlere Wassertemperatur mit der mittleren Strahlungstemperatur identisch ist. Unter der letzteren ist diejenige Temperatur zu verstehen, die der Körper bei gleichförmiger Temperaturverteilung haben müßte, damit er ebensoviel Wärme ausstrahlt wie bei der tatsächlichen Verteilung. Heißt diese mittlere Strahlungstemperatur t_m'', so muß sein:

$$F'\,(t_m'' + 273)^4 = \int_0^{F'} T^4 \cdot dF'.$$

Die Untersuchung läßt sich bei beliebiger Temperaturverteilung am einfachsten graphisch durchführen, und zwar in genau derselben Weise, wie die Bestimmung der mittleren Verdunstungstemperatur. Es ist ohne weiteres klar, daß t_m'' immer höher liegen muß als t_m. Die Differenz ist aber nur dann erheblich, wenn die auftretenden Temperaturunterschiede sehr groß sind. Es sei z. B. angenommen, daß die Temperatur der Fläche sich linear von 10 auf 30^0 C verändert. t_m ist also 20^0 C. Die mittlere Ordinate der T^4-Fläche ist $73{,}895 \cdot 10^8$, was einer Temperatur von $t_m'' = 20{,}2^0$ C entspricht. Der Unterschied ist also sehr gering und kann vernachlässigt werden.

Unter der Fläche F' wird man hier nicht die ganze Kondensatorfläche verstehen können, da die Rohrebenen einander gegenüberstehen und sich bestrahlen. Eine mathematische Bestimmung der in Betracht zu ziehenden Größen erscheint unmöglich. Am richtigsten dürfte es sein, die sechs Flächen des Parallelipipeds zu nehmen, welches durch die äußersten Rohrebenen begrenzt wird. Wenn es sich darum handelt, die Verhältnisse eines vorhandenen Kondensators zu bestimmen, dann ist F' bekannt. Wird der Kondensator erst entworfen, so wird man F' bei einiger Erfahrung abschätzen können. Da die durch Strahlung abgegebene Wärmemenge im Verhältnis zur gesamten Leistung sehr klein ist, so haben Fehler in der Abschätzung von F' nur einen sehr geringen Einfluß.

Die Konstante C_1 ist für Wasser nach Angabe von Mollier in der Hütte 3,2. Ist der Kondensator mit einem Jalousieumbau versehen, so ist für C_2 die Konstante für Holz zu setzen, die allerdings nicht bekannt ist. Ist ein Umbau nicht vorhanden, so ist $C_2 = C$, der Konstanten der schwarzen Strahlung gleich 4,61. Man kann auch annehmen, daß C_2 für Holz nicht viel von 4,6 abweicht. Es sei daher C_2 gleich C gesetzt, so daß wird:

$$S = 3{,}2\,F'\left[\left(\frac{T}{100}\right)^4 - \left(\frac{\Theta}{100}\right)^4\right].$$

Für die weitere Rechnung ist es nun außerordentlich unbequem, daß die Unbekannte T in der vierten Potenz vorkommt. Nach Vorschlag von Mollier setzt man $\left(\frac{T}{100}\right)^4 - \left(\frac{\Theta}{100}\right)^4 = a(t_m - \tau)$, wobei a veränderlich und abhängig sowohl von t_m als auch von τ ist. Da aber τ bekannt ist und t_m abgeschätzt werden kann, so kann man a mit genügender Genauigkeit aus folgender Tabelle entnehmen.

[1]) Taschenbuch der Hütte; vgl. auch Zeitschr. d. Vereins d. Ingen. 1897.

$\tau =$	0	5	10	15	20	25	30	35 °C
$t_m =$								
5 °C	0,84							
10 °C	0,86	0,88						
15 °C	0,88	0,91	0,93					
20 °C	0,91	0,93	0,96	0,98				
25 °C	0,93	0,96	0,98	1,01	1,03			
30 °C	0,96	0,98	1,01	1,03	1,06	1,09		
35 °C	0,98	1,01	1,03	1,06	1,09	1,11	1,14	
40 °C	1,01	1,03	1,06	1,09	1,11	1,14	1,17	1,20

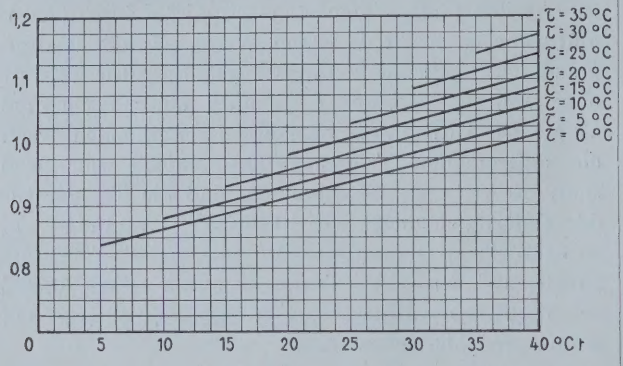


Abb. 10.

Zum Zwecke bequemer Interpolation sind in Abb. 10 die Werte von a für verschiedene Werte von τ in Abhängigkeit von t_m in Form einer Kurvenschar aufgetragen.

Der Betrag der Wärmestrahlung ist also:

$$S = 3{,}2\, a \cdot F' \,(t_m - \tau).$$

Einfluß der Auffangschale.

Es ist noch der Einfluß der Auffangschale zu berücksichtigen. Das von den Kondensatorrohren mit der Temperatur t_u abfließende Wasser sammelt sich in einer Schale, aus der der Betrag G_1 entnommen und wieder nach dem Wasserverteilungssystem gefördert wird. Der Rest G_5 des nach unten gelangenden Wassers fließt ab. In der Schale findet infolge von Wärmeabgabe durch Verdunsten, Strahlung und Leitung eine Absenkung der Temperatur auf t_u' statt, so daß also G_1 nach oben mit der Temperatur t_u' (nicht t_u, wie früher angenommen) gelangt. Im Wasserverteilungsstück stellt sich nach Zugabe des Frischwassers die Temperatur t_0' ein. Es bedürfen also die früheren Betrachtungen über die Erwärmung des Wassers einer Berichtigung, da nunmehr auch das zirkulierende Wasser G_1 auf dem Kondensator erwärmt wird, und zwar um den Betrag $t_u - t_u'$. Die frühere Rechnung wäre unter diesem Gesichtspunkt neu aufzustellen, und die für die Erwärmung des Wassers nötige Wärme wäre wie früher durch die Wassermengen und t_m auszudrücken. Die Aufstellung der Gleichungen bietet keine mathematischen Schwierigkeiten. Die Formeln werden aber derart verwickelt, daß sie für den praktischen Gebrauch geradezu unbrauchbar werden. Außerdem sind bei der Aufstellung der Gleichungen gewisse Annahmen zu machen, die nicht genau zutreffen. Z. B. muß man für die Rechnung annehmen, daß das in der Auffangschale befindliche Wasser überall die gleiche Temperatur hat. Das ist aber nicht der Fall. Die Wärmeabgabe findet im wesentlichen am Wasserspiegel statt, also wird dort die tiefste Temperatur herrschen. Von der Oberfläche fließt aber das Wasser in den Überlauf (Betrag G_5), während die Umwälzpumpe das Wasser am Boden, also mit höherer Temperatur, entnimmt. Die Rechnung läßt also den Einfluß der Schale größer erscheinen, als er ist.

Um zu erkennen, von welcher Größenordnung der Einfluß der Schale ist, sei er im nachstehenden für einen besonderen Fall nachgerechnet. Es seien folgende Verhältnisse angenommen:

$Q = 100000$ Cal/st, die Kondensatorleistung,
$G_1 = 20000$ l/st, die zirkulierende Wassermenge,
$G_2 = 4000$ l/st, die Menge des Zusatzwassers,
$t_2 = 10°$ C, die Temperatur des Zusatzwassers,
$\tau = 20°$ C, die Temperatur der Luft,
$p = 10$ mm Hg, der Dunstdruck in der Luft (etwa 60% Feuchtigkeit),
$w = 4$ m/sec, die Geschwindigkeit des Windes,
$t_u = 30°$ C, die Temperatur des vom Kondensator abfließenden Wassers,
$G_3 = 30$ l/st, die auf dem Kondensator verdunstende Wassermenge,
$G_4 = 200$ l/st, die beim Herabrieseln verspritzende Wassermenge,
$G_5 = G_2 - G_3 - G_4 = 3770$ l/st, die aus der Schale überlaufende Wassermenge,
$F_1 = 3 \cdot 7 = 21$ qm, die Größe der Auffangschale.

Die Schale soll frei auf Trägern stehen, also auch von unten von der Luft umspült werden. Da das Wasser in der Schale Wärme an die Umgebung abgibt, so wird es im Beharrungszustande eine Temperatur $t_u' < t_u$ annehmen. Die zuströmenden Wassermengen G_1 und G_5 geben an den Inhalt der Schale die Wärme $(G_1 + G_5)\,(t_u - t_u')$ ab, während die Schale Wärme an die Luft abgibt, und zwar: durch Verdunsten den Betrag $F_1\,(0{,}033 + 0{,}0022\,w)\,(P - p)\,582$, durch Berührung (am Wasserspiegel und an der Unterseite der Schale) $2F_1\,(2 + 10\sqrt{w})\,(t_u' - \tau)$ und durch Strahlung $2F_1 \cdot 3{,}2\,a\,(t_u' - \tau)$. Demnach gilt die Gleichung:

$$(G_1 + G_5)\,(t_u - t_u') = F_1\,(0{,}033 + 0{,}0022\,w)\,(P - p)\,582 + 2F_1\,(2 + 10\sqrt{w})\,(t_u' - \tau) + 2F_1 \cdot 3{,}2\,a\,(t_u' - \tau).$$

Setzt man die angenommenen Zahlenwerte ein, so erhält man:

$$(20000 + 3770)\,(30 - t_u') = 21\,(0{,}033 + 0{,}0022 \cdot 4)\,(0{,}0373\,t_u'^2 - 0{,}38\,t_u' + 9{,}7 - 10) \cdot 582 + 2 \cdot 21 \cdot 22\,(t_u' - 20) + 2 \cdot 21 \cdot 3{,}2 \cdot 1{,}06\,(t_u' - 20).$$

Hieraus ergibt sich $t_u' = 29{,}3°$ C.

Das Wasser kühlt sich in der Schale also um 0,7° C ab. Die Temperatur t_0, die beim Mischen von G_1 und G_2 im Wasserverteilungsgefäß entsteht, ist demnach

a) ohne Berücksichtigung der Schale:

$$t_0 = \frac{20000 \cdot 30 + 4000 \cdot 10}{24000} = 26{,}67° \text{ C}.$$

b) mit Berücksichtigung der Schale

$$t_0' = \frac{20000 \cdot 29{,}3 + 4000 \cdot 10}{24000} = 26{,}08^\circ \text{ C.}$$

Hier beträgt der Unterschied nur 0,59°C. Der Einfluß der Auffangschale auf t_m ist sicher noch etwas geringer, da die Wärmeabführung durch Verdunstung, Berührung und Strahlung bei niedrigerem t_0 etwas kleiner ist, die Wassererwärmung also etwas größer sein muß und die größte Menge des in der Schale abgekühlten Wassers abfließt.

Es ist klar, daß der Einfluß der Auffangschale im vorliegenden Beispiel vernachlässigt werden kann, wenn es sich, wie angenommen, um die Bestimmung von t_m handelt.

In jedem Fall wird man so vorgehen können, daß man den Einfluß der Schale zunächst vernachlässigt, ihn dann untersucht und, wenn erforderlich, berücksichtigt. (Schluß folgt.)

Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei „trockenem" und „nassem" Kompressorgang.

(Mitteilung aus dem Maschinenbaulaboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg.)

Von Dr.-Ing. W. Koeniger. (Fortsetzung.)

Die Umdrehungszahlen, auf die die Werte umgerechnet sind, wurden festgelegt zu $n = 336$, $n = 283$,

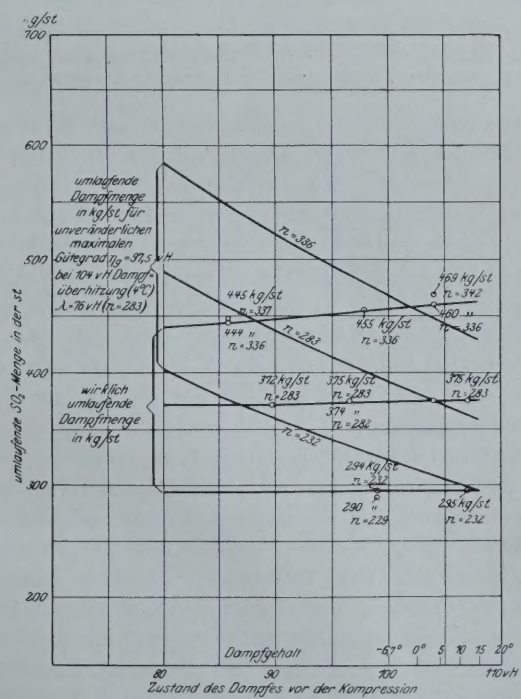


Abb. 11. **Umlaufendes SO_2-Gewicht in Abhängigkeit vom Dampfzustand vor Eintritt in den Kompressor.**

$n = 232$ Uml./min. Als Druckeinheiten sind gewählt, wie bei dem theoretischen Diagramm, Ansaugedruck 1,20 at abs., entsprechend —6,7°C Sättigungstemperatur, Kompressionsenddruck 5,00 at abs., entsprechend 32,3° C Sättigungstemperatur.

Zur Bestimmung von

$$\lambda = C_1 \cdot v_4 \cdot \frac{G_a}{60 \cdot n}$$

ist nur nötig, außer der Konstanten C_1 die Größe von G_a festzustellen. Die gemessenen Werte von G_a sind in Abb. 11 in Abhängigkeit vom Dampfzustand vor Eintritt in den Kompressor dargestellt. Da die

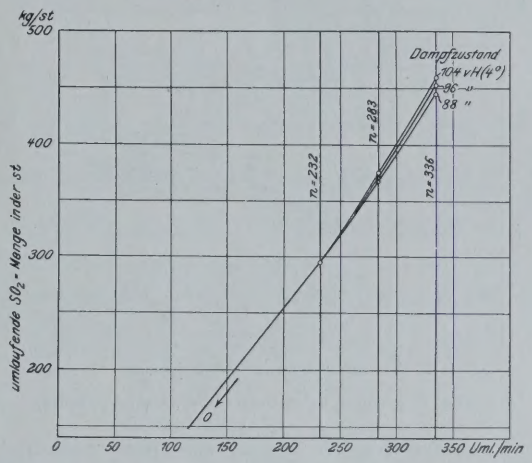


Abb. 12. **Umlaufendes SO_2-Gewicht in Abhängigkeit von der Umlaufzahl.**

Umlaufzahlen nicht ganz mit den Einheitsumlaufzahlen übereinstimmen, so wurden die Werte G_a auf diese umgerechnet und in den kleinen Umrechnungsgrenzen, um die es sich handelt, geradlinige Proportionalität

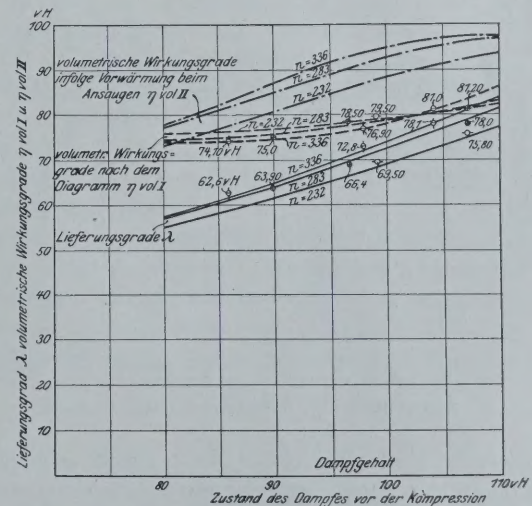


Abb. 13a. **λ, $\eta_{vol\ I}$ und $\eta_{vol\ II}$ bei verschiedenen Ansaugezuständen.**

Hohe Umlaufzahl.
Mittlere Umlaufzahl.
Niedrige Umlaufzahl.

angenommen. Bei der Darstellung ist zu beachten, daß die Überhitzungen ebenfalls in v. H. angegeben sind, und zwar ist die Überhitzung in v. H. definiert

als $\frac{\text{abs. Überhitzungstemperatur}}{\text{abs. Sättigungstemperatur}} \cdot 100$, was mit sehr großer Annäherung ungefähr dem Werte $\frac{\text{Wärmeinhalt des überhitzten Dampfes}}{\text{Wärmeinhalt des gesättigten Dampfes}} \cdot 100$ entspricht.

In Abb. 12 sind für drei Dampfzustände beim Ansaugen, Dampfgehalt 88 v. H., 96 v. H., Dampfüberhitzung 104 v. H. — entsprechend einer Überhitzungstemperatur von 4° C —, die SO_2-Dampfmengen in Abhängigkeit von den Umlaufzahlen aufgetragen.

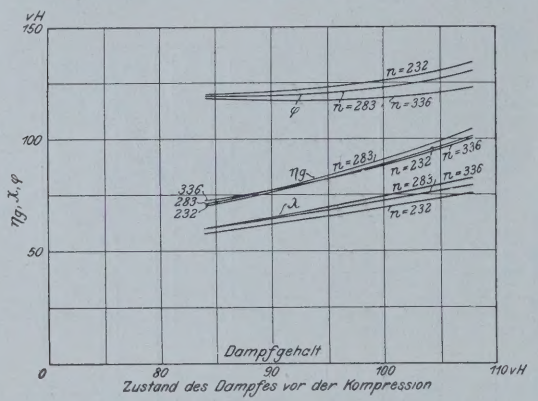


Abb. 13b. λ, φ und η_g **bei verschiedenen Ansaugezuständen.**

Der aus den Werten von G_a berechnete Lieferungsgrad λ ist in Abb. 13a und 13b in Abhängigkeit vom Dampfzustand vor dem Kompressor aufgetragen.

Für die angegebenen Dampfz.ustände vor Eintritt in den Kompressor sind in Abb. 17a und 17b die Werte von λ in Abhängigkeit von den Umlaufzahlen verzeichnet. Nach dieser Darstellung wächst λ mit

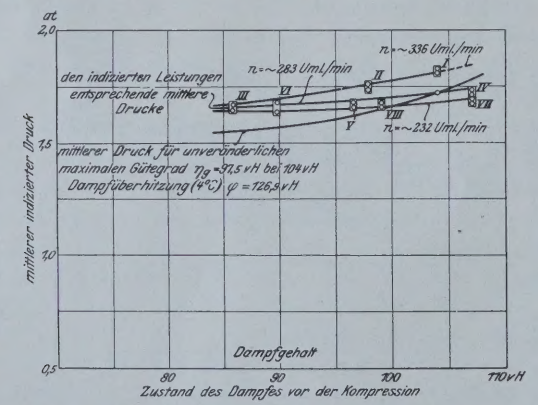


Abb. 14. **Mittlere Drücke bei verschiedenen Ansaugezuständen.**

zunehmender Umlaufzahl, und zwar zuerst schneller, dann langsamer. Bei höherer Umlaufzahl scheinen sich die Kurven einem konstanten Höchstwerte zu nähern.

Die beiden volumetrischen Wirkungsgrade, $\eta_{\text{vol I}}$, der volumetrische Wirkungsgrad nach dem Diagramm, und $\eta_{\text{vol II}}$, der volumetrische Wirkungsgrad infolge Vorwärmung beim Ansaugen, sind in Abb. 13a und 17a eingetragen, und zwar so, daß aus der Zahlentafel 6 die unreduzierten Werte für $\eta_{\text{vol I}}$ entnommen — eine Reduktion auf einheitliche Druckwerte ist nicht möglich — und Kurven durch die Versuchspunkte hindurch gelegt wurden. Aus diesen Kurvenwerten und den von λ wurde dann die Kurve für $\eta_{\text{vol II}}$ konstruiert.

Zur Bestimmung des Völligkeitsgrades φ nach der Formel

$$\varphi = \frac{(i_{5ad} - i_4) \cdot \gamma_4}{10000 \cdot p_m \cdot A}$$

ist die Kenntnis von p_m erforderlich. Da die Versuchswerte der Drücke vor und hinter dem Kompressor von den Einheitswerten 1,20 at abs. und 5,00 at abs. abweichen, so mußte eine Umrechnung der mittleren Drücke vorgenommen werden. Zu diesem Zwecke wurde für die bei den Versuchen vorhandenen Druckgrenzen das theoretische Diagramm mit dem Exponenten 1,20 der Kompressionslinie entworfen — dieser Wert entspricht, wie wir später sehen werden, dem Exponenten der wirklichen Kompressionslinie für den größten Teil des Kompressionshubes — und die Arbeitsfläche bestimmt. Das Verhältnis der Arbeitsfläche mit den

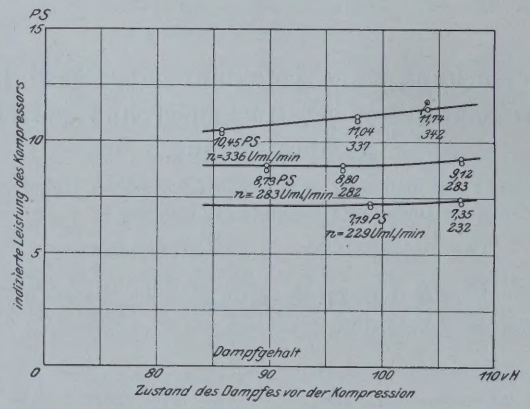


Abb. 15. **Indizierte Leistungen bei verschiedenen Ansaugezuständen.**

Druckgrenzen 5,00 at abs. und 1,20 at abs. zu dieser Arbeitsfläche gibt dann annähernd den Reduktionsfaktor zur Umrechnung des wirklichen mittleren Druckes auf den reduzierten mittleren Druck bei 5,00 at abs. Kompressionsenddruck und 1,20 at abs. Ansaugedruck.

In Abb.. 14 sind die mittleren Drucke in at, in Abb. 15 die Leistung in PS in Abhängigkeit vom Dampfzustand vor Eintritt in den Kompressor aufgetragen. In Abb. 16 sind die aus Abb. 14 und 15 berechneten mittleren Drücke und Leistungen in Abhängigkeit von der Umlaufzahl verzeichnet.

Die indizierten Drücke, beeinflußt durch die Formen der Kompressions- und Expansionskurven und durch die Größe der Drosselungsverluste und Massenwiderstände in den Ventilen, nehmen mit zunehmendem Dampfgehalt vor dem Kompressor bei allen Umlaufzahlen zu, und zwar am meisten bei den höheren Umlaufzahlen. Von wesentlichem Einfluß auf die Größe des Diagramms sind die Formen der Expansionslinie und der Kompressionslinie. Die Expansionslinie zeigt einen bedeutend flacheren Verlauf bei größerer Dampfnässe vor dem Kompressor als bei überhitztem Dampf, und anderseits weicht die Kompressionslinie gegen Ende der Kompression bei nassen Dämpfen bedeutend von

dem ersten Teil ab, der bei allen Dampfzuständen nur geringe Abweichungen zeigt. Stärkere Abflachung der Expansionslinie und größere Abweichung der Kompressionslinie von der Polytrope mit dem Exponenten 1,20, sowie die verringerten Drossel- und Massenwirkungen bedingen bei niedrigen Umlaufzahlen kleinere mittlere Drücke, wie aus Abb. 16 hervorgeht.

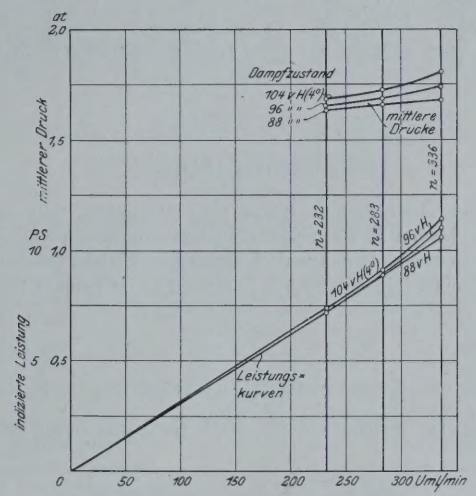
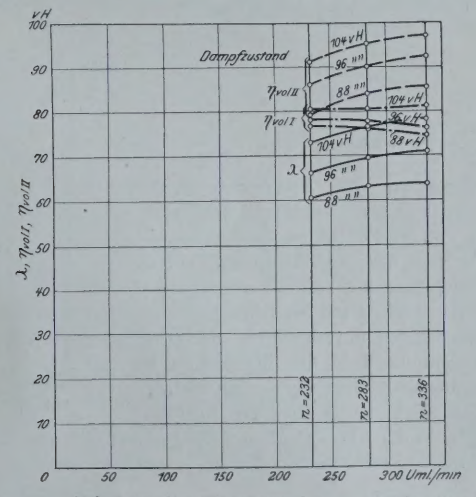


Abb. 16. **Mittlere Drücke und indizierte Leistungen bei verschiedenen Umlaufzahlen.**

Die mit Hilfe der mittleren Drücke ermittelten Völligkeitsgrade des Kompressordiagrammes φ sind mit den Werten λ in Abb. 13b ebenfalls in Abhängigkeit vom Dampfzustand vor dem Kompressor aufgetragen. Die φ-Kurven fallen wie die λ-Kurven beträchtlich mit Zunahme der Dampffeuchtigkeit vor dem Kompressor, zeigen aber bei größeren Dampfnässen flacheren Verlauf.



Volumetrischer Wirkungsgrad $\eta_{vol\ II}$ infolge Vorwärmung beim Ansaugen.
Volumetrischer Wirkungsgrad $\eta_{vol\ I}$ infolge Rückexpansion aus dem schädl. Raum.
Lieferungsgrad λ.

Abb. 17a. **λ, $\eta_{vol\ I}$ und $\eta_{vol\ II}$ bei verschiedenen Umlaufzahlen.**

In derselben Abb. 13 sind die η_g-Kurven aufgetragen, die aus der Beziehung $\eta_g = \lambda \cdot \varphi$ ermittelt sind. Aus der Form der λ- und φ-Kurven, d. h. infolge der Erscheinung, daß die höheren Werte von λ bei den höheren Umlaufzahlen, die hohen Werte von φ bei den niedrigen Umlaufzahlen liegen, ergibt sich die eigenartige Form der η_g-Kurven. Ein Höchstwert von η_g tritt bei der mittleren Umlaufzahl für die höheren Überhitzungsgrade vor Eintritt in den Kompressor auf.

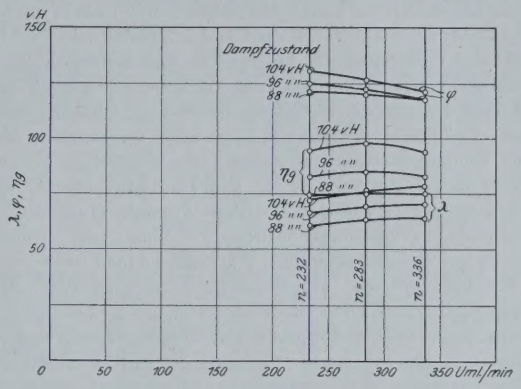


Abb. 17b. **λ, φ und η_g bei verschiedenen Umlaufzahlen.**

Für den maximalen Wert $\eta_{g\ max}$, bei dem der Lieferungsgrad λ_0 und der Völligkeitsgrad φ_0 vorhanden sind, sind nach den Formeln

$$\lambda_0 = \frac{10000}{F_K \cdot s} \cdot v_4 \cdot \frac{G_a}{60 \cdot n}$$

$$G_a = \frac{60 \cdot F_K \cdot s \cdot \lambda_0}{10000} \cdot \frac{1}{v_4} \cdot n$$

und

$$\varphi_0 = \frac{1}{10000 \cdot A} \cdot (i_{5ad} - i_4) \cdot \frac{1}{v_4 \cdot p_m}$$

$$p_m = \frac{(i_{5ad} - i_4)}{10000 \cdot \varphi_0 \cdot A} \cdot \frac{1}{v_4}$$

in Abhängigkeit von den Dampfzuständen vor der Kompression für die drei Umlaufzahlen 336, 283 und 232 Uml./min die bei konstantem Gütegrad $\eta_{g\ max}$ erforderlichen umlaufenden Dampfgewichte G_a und der mittlere Druck p_m ermittelt und in Abb. 11 und 14 eingetragen. Es ist zu beachten, daß für sämtliche Umlaufzahlen bei konstantem Dampfzustand p_m konstant ist. G_a ändert sich entsprechend der Umlaufzahl. Die Abbildungen zeigen in übersichtlicher Weise, welche großen Unterschiede sich infolge des Abweichens des wirklichen Gütegrades von einem konstanten Werte zwischen den diesem Wirkungsgrad entsprechenden und den wirklich vorhandenen Werten für G_a und p_m ergeben.

(Fortsetzung folgt.)

Bücherbericht.

(Besprechung vorbehalten.)

Alle hier erwähnten und besprochenen Schriften sind zu beziehen durch die Buchhandlung R. Oldenbourg, München, Glückstr. 10.

Schlomann-Oldenbourg, Illustrierte Technische Wörterbücher. Unter Mitwirkung hervorragender Fachleute des In- und Auslandes herausgegeben von Alfred Schlomann, Ingenieur. Zwölfter Band: Wassertechnik — Lufttechnik — Kältetechnik. In sechs Sprachen: Deutsch, Englisch, Französisch, Russisch, Italienisch, Spanisch. Mit 2075 Abbildungen und

Formeln. Kl. 8°. XXIX und 1959 Seiten. Preis gebunden M. 25.—. München und Berlin 1915, Druck u. Verlag von R. Oldenbourg.

Das Erscheinen des 12. Bandes der »Illustrierten Technischen Wörterbücher« beweist, daß der Krieg die in Deutschland in der Lösung befindlichen Kulturaufgaben nicht zum Stocken bringen kann. Dieser 11278 Wortstellen umfassende und mit 2075 Abbildungen ausgestattete Band behandelt die wichtigen Gebiete der Wassertechnik, Lufttechnik und Kältetechnik. Die umfangreiche Mitarbeiterliste läßt erkennen, daß auch dieser Band mit der bei den früheren Bänden gewohnten Sorgfalt bearbeitet wurde. Der nicht wie sonst bei Wörterbüchern alphabetisch, sondern systematisch angeordnete Wortschatz behandelt die folgenden Hauptkapitel: Wassertechnik: Mechanik der flüssigen Körper (Hydrostatik, Hydrodynamik, Hydraulik, Gewässerkunde, Wassermessungslehre, Wellen und Gezeiten, Schraube und Schiffsbewegung), Wassermaschinen (Hebemaschinen für Flüssigkeiten, Wasserkraftanlagen und Wasserkraftmaschinen, hydraulische Arbeitsübertragung, hydraulische Bewehrungen, besondere Apparate und Zubehör für Wasserrohrleitungen). — Lufttechnik: Mechanik der Luft, Luftmaschinen (Gebläsemaschinen, Luftverdichter, Luftpumpen), Anwendung der Luftmaschinen und der Druckluft (Lüftung und Bewetterung, Entstaubung, Preßluft [Druckluft]), Windkraftmaschinen (Allgemeines, Windmühlen, Windräder). — Kältetechnik: Wärmelehre; Arten der Kälteerzeugung; Verdichter für Kältemaschinen; Verflüssiger und Verdampfer; Verbindungsleitungen; Zusammenbau, Versuch und Betrieb; Wärmeschutz (Isolierung); Eiserzeugung und Eisgewinnung; Anwendungsgebiete der Kälte. — Unabhängig von der systematischen Anordnung des Stoffes ermöglichen zwei rund 450 Seiten starke alphabetische Register von denen das eine die russische Sprache umfaßt, das andere die übrigen fünf Sprachen in sich vereinigt, das schnelle Auffinden der einzelnen Wörtstellen. In noch höherem Maße als bei den früheren Bänden wurde besonderes Gewicht auf die Verdeutschung der Fremdwörter gelegt. Der Band wird hoffentlich bei der Technikerschaft des In- und Auslandes die Aufnahme finden, die er als hervorragendes Dokument deutscher Geistesarbeit verdient.

Eine eingehendere kritische Würdigung des Werkes bleibt vorbehalten.

E. Hausbrand, Rektifizier- und Destillierapparate. Berlin, Verlagsbuchhandlung Julius Springer. Preis gebunden 10 M.

Kleine Mitteilungen.

Im **Berliner Kälteverein** machte am 18. 2. Herr Professor Dr. Plank Mitteilungen über das Gefrieren von Fischen, insbesondere über die ausgedehnten und eingehenden Versuche und Untersuchungen, die er im Verein mit anderen Herren, im Auftrage der Zentraleinkaufs-Gesellschaft gemacht hat. Der wesentliche Inhalt des Vortrages wird in dieser Zeitschrift wiedergegeben werden; im übrigen werden die Ergebnisse der Untersuchungen in einer besonderen Druckschrift herausgegeben. Von besonderem Interesse waren die Ergebnisse beim Einfrieren nach dem Verfahren von Ottesen, bei dem die Fische unmittelbar in kaltes Salzwasser eingetaucht werden. Durch das rasche Gefrieren — es wird nur $^1/_{20}$ der Zeit beim Gefrieren in Luft benötigt — bleiben die Eiskristalle so klein, daß die Gewebezellen nicht gesprengt werden, was natürlich von hohem Werte ist. Infolge des raschen Gefrierens sind auch die Eintrocknungsverluste geringer. Den überaus interessanten Ausführungen folgte eine lebhafte Besprechung, an der sich besonders der Vertreter des Brandenburgischen Fischereivereins beteiligte.

Ferner berichtete der Vorsitzende über die Tätigkeit des Vereins im Jahre 1915, in dem 8 Sitzungen stattgefunden und 6 Vorträge gehalten worden sind. Ferner ist ein Gefrierhaus besucht worden. Der Verein besitzt z. Z. 33 Mitglieder.

Persönliches.

Die Vilter Manufacturing Co., Milwaukee, teilt mit, daß Herr Waldemar **R. Kremer,** Mitglied des Deutschen Kältevereins, Nachfolger des verstorbenen Direktors Ulrich geworden ist. Herr Kremer hat in München studiert und ist Diplom-Ingenieur.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Auszüge aus den Patentschriften.

17b. 285873. Füllapparat für Eiszellen. Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G. in Wiesbaden.

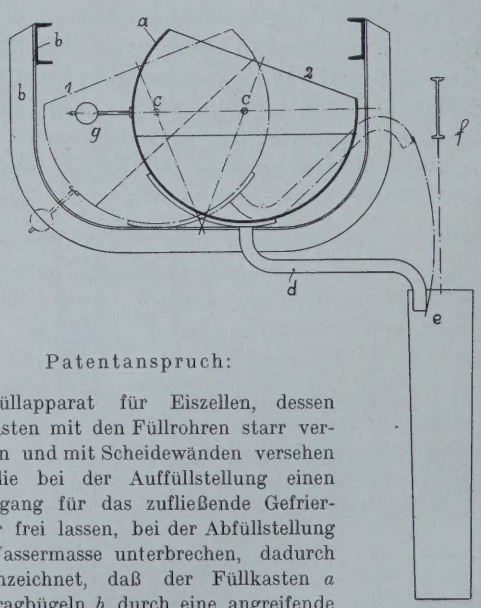


Abb. 18.

Patentanspruch:

Füllapparat für Eiszellen, dessen Füllkasten mit den Füllrohren starr verbunden und mit Scheidewänden versehen ist, die bei der Auffüllstellung einen Durchgang für das zufließende Gefrierwasser frei lassen, bei der Abfüllstellung die Wassermasse unterbrechen, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkasten *a* auf Tragbügeln *b* durch eine angreifende Zug- oder Druckkraft aus der Auffüllstellung 1 in die Abfüllstellung 2 und umgekehrt aus der Abfüllstellung 2 in die Auffüllstellung 1 gerollt wird.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz-Ludwigshöhe.

Schriftführer: J. O. Knoke, Direktor. Adr.: Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12.

Die Geschäfte des **Schatzmeisters** führt zurzeit der Schriftführer des Vereins.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. **A. Nägel,** Dresden.

Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur **G. Cattaneo,** Berlin.

Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Kommissionsrat **A. Krüger,** Berlin.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262.
Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.
ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang **München, April 1916** **4. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren. Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig, Prof. Dr. E. Ehrenbaum, Hamburg, und Dr. med. Karl Reuter, Hamburg. S. 37. — Zur Theorie der Berieselungskondensatoren. Von Dr.-Ing. Martin Krause. (Fortsetzung statt Schluß.) S. 41. — **Kleine Mitteilungen.** S. 44. — **Patentbericht.** S. 44. — **Deutscher Kälte-Verein.** S. 44.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren.[1])

Von Prof. Dr.-Ing. **R. Plank**, Danzig, Prof. Dr. **E. Ehrenbaum**, Hamburg, und Dr. med. **Karl Reuter**, Hamburg.

Im Auftrage der Zentral-Einkaufsgesellschaft in Berlin, die sich so vielfache Verdienste um die Regelung unserer Ernährungsverhältnisse während des Krieges erworben hat, wurden von uns in der Zeit vom August 1915 bis Januar 1916 Untersuchungen über die Anwendung des Gefrierverfahrens auf Fische ausgeführt, über die im nachstehenden auszugsweise berichtet werden soll. Die Versuche erstreckten sich hauptsächlich auf billige und in großen Mengen vorhandene Seefische, die als Volksnahrung von Bedeutung sind; nebenbei wurden aber auch einige wertvollere Flußfische untersucht. Die folgende Tabelle I gibt eine Übersicht über die untersuchten Fischarten und Mengen, sowie die im weiteren benutzten, abgekürzten Bezeichnungen.

Gefrorene Fische sind in Deutschland seit langer Zeit bekannt: es braucht nur an den russischen und persischen Zander, den nordamerikanischen Lachs, sowie den norwegischen, isländischen und amerikanischen Heilbutt erinnert zu werden. Es ist ferner zu hoffen, daß es nach dem Kriege gelingen wird, die großen Fänge auf den internationalen Fangplätzen bei Island,

Tabelle 1.

Anzahl Exemplare	Fischart	Abgekürzte Bezeichnung
20	Blaufisch (Köhler, Seelachs) — Gadus virens L.	B
2	Pollack — Gadus pollachius L . . .	P
32	Kabeljau (Dorsch) — Gadus morrhua L	K
120	Schellfisch — Gadus aeglefinus L . .	S
81	Makrele — Scomber scomber L . . .	M
200	Hering — Clupea harengus L	Hg
37	Aal — Anguilla vulgaris Flem. . . .	A
36	Scholle — Pleuronectes platessa L . .	Sch
33	Flunder — Pleuronectes flesus L. . .	F
18	Kliesche — Pleuronectes limanda L . .	Kl
24	Hecht — Esox lucius L	H
6	Karpfen — Cyprinus carpio L . . .	Kr
6	Schleie — Tinca vulgaris Cuv. . . .	Sl
6	Bachforelle — Salmo fario L.	BF
2	Meerforelle — Salmo trutta L	MF
1	Glattroche — Raja batis B	gR
1	Stachelroche, Nagelroche — Raja clavata L	sR
2	Dornhai — Acanthias vulgaris Risso .	D

zus. 627 Fische

den Neufundlandsbänken u. a. für den deutschen Konsum nutzbar zu machen. Mit Rücksicht auf die große Entfernung dieser Fangplätze erscheint das Gefrierverfahren als das wirksamste Mittel, die Fische in gutem, genußfähigem Zustand bei uns einzuführen,

[1]) Auszug aus einer in den »Abhandlungen zur Volksernährung«, Heft 5, herausgegeben von der Zentral-Einkaufsgesellschaft, Berlin, erschienenen Untersuchung.

wenn man sich nicht auf das Trocknen und Salzen beschränken will.

Die Versuche wurden auf alle drei bekannten Gefriermethoden ausgedehnt, und zwar: 1. das Gefrieren in Luft, 2. das Gefrieren in kalten Salzlösungen und 3. das Gefrieren im Eisblock. Über die erste, heute noch am meisten verbreitete Methode braucht nicht viel gesagt zu werden, da sie als allgemein bekannt gelten kann. Das Gefrieren in Sole wurde in der Hauptsache nach dem patentierten Verfahren von Ottesen, vielfach in Anwesenheit des Patentinhabers, durchgeführt. Nebenbei wurde aber auch in einigen Versuchen von der Einhaltung der dieses Verfahren kennzeichnenden Bedingungen Abstand genommen; bei der dadurch erhaltenen Vergleichsmöglichkeit traten die Vorzüge der Ottesenschen Methode deutlich zutage.

Das Gefrieren im Eisblock ist hauptsächlich von der Firma G. Friedrichs in Altona ausgebildet und vervollkommnet worden. Dieses Verfahren wurde besonders auf Aale mit großem Erfolg angewendet.

1. Das Wesen des Ottesenschen Gefrierverfahrens.

a) Das Zustandsdiagramm für Kochsalzlösungen.

Um das Wesen der von Ottesen vorgeschlagenen Gefriermethode zu erkennen, ist es wichtig, sich über die Vorgänge beim Gefrieren einer Salzlösung vollkommen klar zu werden. Wir wollen zu dem Zweck eine Kochsalzlösung (NaCl) ins Auge fassen und deren Verhalten bei verschiedenen Temperaturen und Konzentrationen verfolgen. Unter der Konzentration verstehen wir den prozentualen Gewichtsanteil wasserfreien Salzes in 100 Gewichtsteilen Wasser (nicht in 100 Gewichtsteilen Lösung!). Wenn wir eine bestimmte Wassermenge mit Salz mischen, so können wir den Salzgehalt soweit steigern, bis die Sättigungskonzentration erreicht ist. Dieselbe beträgt z. B. bei Wasser von 0° für Kochsalz rd. 35,6%. Wenn wir die Temperatur t des Wassers erhöhen, so ist es in der Lage, mehr Salz aufzunehmen, d. h. die Sättigungskonzentration c_s steigt. Andreae[1]) fand zwischen 0 und 100°

$$c_s = 35{,}63 + 0{,}007889\,(t-4) + 0{,}0003113\,(t-4)^2.$$

Unterhalb 0° gilt diese Gleichung nicht mehr; die Sättigungskonzentration nimmt unterhalb 0° viel schneller ab; bei —15° ist $c_s = 32{,}73\%$ und bei —21,2° ist $c_s = 28{,}9\%$.

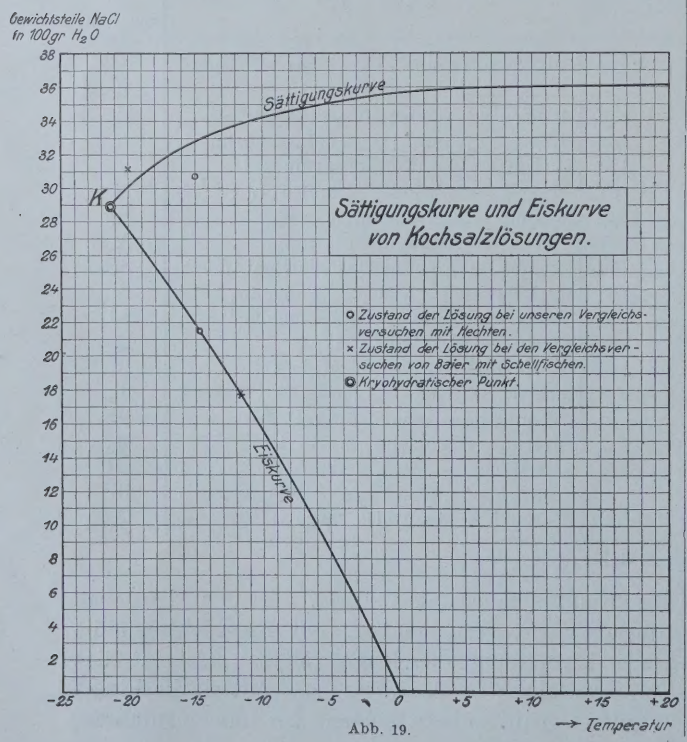


Abb. 19.

In Abb. 19 sind die Temperaturen als Abszissen und die Konzentrationen als Ordinaten aufgetragen. In dieses Diagramm ist die Sättigungskurve eingezeichnet, deren Ordinaten für jede Temperatur die Sättigungskonzentrationen darstellen.

Während reines Wasser bei 0° zu gefrieren beginnt, liegt bekanntlich der Gefrierpunkt einer Salzlösung tiefer, und zwar um so tiefer, je konzentrierter die Lösung wird. Jeder Konzentration entspricht eine bestimmte Temperatur, bei der sich aus der Lösung Eiskristalle abzuscheiden beginnen. Verbindet man die Punkte dieser zugehörigen Wertpaare von Konzentration und Gefriertemperatur, so erhält man in Abb. 19 die sog. Eiskurve. Wenn eine schwach konzentrierte Lösung, die z. B. 1% NaCl enthält, bis zu ihrem Gefrierpunkt, der bei —0,58° liegt, abgekühlt wird, so scheidet sich aus der Lösung reines Eis (H_2O) aus, und der flüssige Teil wird konzentrierter, so daß es möglich ist, die Lösung weiter abzukühlen. Je mehr Eis aus der Lösung ausfriert, um so tiefer sinkt der Gefrierpunkt, wobei sich der Zustand der Lösung längs der Eiskurve (Abb. 19) bewegt, und zwar so lange, bis im Punkt K die Eiskurve die Sättigungskurve schneidet. Der Punkt K ist der Gefrierpunkt der gesättigten Lösung, er wird als kryohydratischer Punkt bezeichnet und stellt zugleich die tiefste mögliche Gefriertemperatur der Lösung dar. In diesem Punkt frieren aus der Lösung Eis und Salz in konstantem Verhältnis als einheitlicher Körper aus; erst wenn die ganze Masse in den festen Aggregatzustand übergegangen ist, sinkt die Temperatur weiter[2]).

Bei schwachen Lösungen ist die Gefrierpunktserniedrigung $\triangle$ der Konzentration c proportional, und zwar gilt für NaCl:

$$\triangle = 0{,}583\,c.$$

Die Gefriertemperatur t_g ist also

$$t_g = -0{,}583\,c.$$

[1]) Andrae, Journal für prakt. Chemie (2) Bd. 29, Seite 456, 1884, siehe auch Landolt-Börnstein, Phys.-chem. Tabellen, 2. Aufl. Seite 244.

[2]) Siehe Gröber, Physikalische Untersuchungen für die Kältetechnik, Dissertation, Techn. Hochschule München, 1908.

Diese Gleichung kann für Konzentrationen von 0 bis 5% angewandt werden. Die Eiskurve ist in diesem Gebiet dementsprechend als gerade Linie aufzufassen (Abb. 19). Für stärkere Konzentrationen sinkt der Gefrierpunkt schneller. Es wird nach de Coppet[1]) bei $c = 10\%$ $t_g = -6{,}1^0$ und bei $c = 20\%$ $t_g = -13{,}6^0$. Im kryohydratischen Punkt ist $c = 28{,}9\%$ und $t_g = -21{,}2^0$ (nach Meyerhoffer)[1]). Abb. 19 stellt somit das Zustandsdiagramm der Kochsalzlösungen dar in dem für uns in Frage kommenden Temperaturgebiet. Von der Sättigungs- und Eiskurve wird das Gebiet der ungesättigten Lösungen eingeschlossen.

Ebenso wie die Lösung bei Erreichung der Sättigungskurve reine Salzkristalle auszuscheiden beginnt, so werden bei Erreichung der Eiskurve reine Eiskristalle gebildet. Man könnte daher auch in sehr bezeichnender Weise die obere Kurve in Abb. 19 die Sättigungskurve für Salz und die Eiskurve die Sättigungskurve für Wasser nennen.

Ein solches Zustandsdiagramm kann für jede wässerige Salzlösung gezeichnet werden. Die Grenzkurven verlaufen hierbei qualitativ stets ähnlich wie beim Kochsalz. Die Lage des kryohydratischen Punktes ist für jedes Salz verschieden und nur für wenige Salze hinreichend genau bekannt[2]).

Die Zustände auf der Eis- und Sättigungskurve repräsentieren physikalische Gleichgewichtslagen zwischen einer flüssigen und einer festen Phase, ebenso wie sich z. B. beim Druck von 1 Atm. flüssiges Wasser und Wasserdampf von 100° im Gleichgewicht befinden. Es ist aber auch der Fall denkbar, daß bei außerordentlich starker Wärmeentziehung die Erstarrung einer ungesättigten Lösung nicht in einer Aufeinanderfolge von Gleichgewichtszuständen längs der Eiskurve, sondern in labilen Lagen vor sich geht. Bei sehr schnellem Gefrieren können zwischen den gebildeten Eisnadeln Salzteilchen eingekapselt werden, und da, wie wir im Abschnitt 4 sehen werden, bei genügend rascher Wärmeentziehung die Zahl der Kristallisationskerne wie auch die Wachstumsgeschwindigkeit der Kristalle eine sehr große ist, so kann die Lösung auch schon unterhalb des kryohydratischen Punktes zu einem scheinbar homogenen Block erstarren; die Salzteilchen bzw. Tropfen von hochkonzentrierter Lösung sind dabei zwischen den ausgefrorenen Eisteilchen eingeschlossen im Gegensatz zu dem wirklich homogenen Eisblock, der nur im kryohydratischen Punkt erhalten werden kann.

Derartige Erscheinungen können z. B. beim Eintauchen von Fleisch oder von Fischen in eine tiefgekühlte Sole auftreten. Die in den Muskelfasern enthaltene Flüssigkeit gefriert dann so schnell, daß eine Trennung des reinen Wassers von den Salzen und gelösten Eiweißstoffen nicht erfolgt; diese bleiben vielmehr im erstarrten Eisblock suspendiert.

[1]) Landolt und Börnstein, Phys.-chem. Tabellen, dritte Auflage, Seite 556.

[2]) Vergl. Gröber a. a. O. Seite 24.

b) Verhinderung des Eindringens von Salz beim Gefrieren in Sole.

Wir wollen uns hier zunächst die Tatsache merken, daß eine ungesättigte Lösung, die bis zu ihrem Gefrierpunkt abgekühlt ist, deren Zustand also in Abb. 19 durch einen Punkt auf der Eiskurve repräsentiert wird, reines Eis ausscheidet (für Wasser gesättigt ist) und sich infolgedessen bei weiterer Abkühlung in der flüssigen Phase konzentriert. Würden wir also in die Lösung in diesem Zustand ein Stück reines Eis eintauchen oder Wasser zusetzen, so würde dieses Eis bzw. das Wasser nicht in die Lösung aufgenommen werden und die Lösung dadurch nicht verdünnen können, denn die Lösung besitzt ja gerade die entgegengesetzte Tendenz — selbst Eis abzustoßen und sich zu konzentrieren. Anstatt zu sagen, daß sich bei diesem Zustand der Lösung ein Stück eingetauchtes Eis oder eine Menge zugesetztes Wasser nicht auflösen wird, können wir auch umgekehrt sagen, daß das Salz aus der Lösung nicht in das eingetauchte Eis bzw. zugesetzte Wasser eindringen wird, weil das einer Verdünnung der Lösung gleich käme. Dasselbe gilt nun aber auch, wenn wir in diese Lösung nicht reines Eis oder Wasser, sondern irgendeinen wasserhaltigen Körper, z. B. einen Fisch oder ein Stück Fleisch, eintauchen.

Ist die Lösung selbst so ungesättigt, daß sie bei der gegebenen Temperatur Eis ausscheidet (z. B. 21,8% bei —15°), so hat sie auch nicht die Neigung, an einen eingetauchten Fremdkörper Salz abzugeben, so daß jede osmotische Wechselwirkung ausbleibt und sich die Lösung dem Fremdkörper gegenüber vollkommen indifferent verhält, vorausgesetzt, daß der eingetauchte Körper vor dem Eintauchen auf die tiefe Temperatur der Lösung abgekühlt ist. Ist der Körper dagegen wärmer als die Lösung, so erwärmt er beim Eintauchen die ihn umgebende nächste Flüssigkeitsschicht, wodurch dieselbe vom Zustand auf der Eiskurve (Abb. 19) horizontal nach rechts rückt und infolgedessen die Fähigkeit gewinnt, sich weiter zu verdünnen. Diese Schicht tritt alsbald in osmotische Wirkung mit dem eingetauchten Körper, indem sie den Salzgehalt desselben erhöht und sich infolgedessen wieder bis zur Erreichung der Eiskurve bei der etwas höheren Temperatur verdünnt.

Das Eindringen von Salz in den Gefrierkörper wird natürlich stark gehemmt, sobald die Oberfläche des Körpers hart gefroren ist, was bei einer Temperatur der Sole von etwa —15° sehr rasch erfolgt sein wird.

Um das Eindringen von Salz auf ein Minimum herabzusetzen, empfiehlt es sich, die zu gefrierenden Stücke in Eiswasser vorzukühlen und die Kältelösung durch ein scharfes Rührwerk in lebhafter Zirkulation zu erhalten. Durch die Zirkulation wird erstens die an dem eingetauchten Körper haftende erwärmte Flüssigkeitsschicht schnell durch neue kalte Lösung ersetzt, anderseits wird der Gefrierprozeß und damit die Bildung der oberflächlichen Eiskruste am Körper

beschleunigt. Beide Maßnahmen sind schon von Ottesen in klarer Erkenntnis der Vorgänge angegeben.

Der Kern des Ottesenschen Gedankens und zugleich der wesentliche Inhalt seiner Patente liegt also darin, daß durch Abkühlung der Salzlösung bis zu deren Gefrierpunkt das Salzen der zu gefrierenden Fische durch die Lösung fast vollständig vermieden wird. Würde sich der Zustand der Lösung von demjenigen auf der Eiskurve unterscheiden, so würde ein Salzen der eingetauchten Stücke in um so höherem Maße erfolgen, je mehr sich der Zustand der Sättigungskurve für Salz (Abb. 19) nähern würde.

Um zu zeigen, in welchem Maße das Eindringen von Salz durch richtige Wahl der Konzentration bei gegebener Temperatur beeinflußt werden kann, seien nachstehend einige Versuche mitgeteilt, die von Prof. Dr. Baier und Dr. Pfitzenmaier ausgeführt wurden[1]).

Es wurden Schellfische, die in zwei Vergleichsversuchen bei verschiedener Soletemperatur und Konzentration gefroren waren, auf ihren Kochsalzgehalt untersucht und in dieser Richtung mit frischem, nicht gefrorenem Fisch verglichen.

Beim ersten Versuch wurde mit einer praktisch gesättigten Kochsalzlösung gearbeitet, wobei die Soletemperatur im Laufe des Versuchs von —19,8° auf —20,6° sank. Die Konzentration betrug etwa 31%, so daß die Kochsalzlösung nicht nur gesättigt, sondern sogar etwas übersättigt war (vgl. Abb. 19). Es wurde weder ein Auskristallisieren von Salz noch eine Eisabscheidung beobachtet. Nachdem die Fische 1½ Std. im Solebad gelegen hatten und durchgefroren waren, wurden sie mit kaltem Wasser gut abgespült, um mechanisch haftende Salzteilchen zu entfernen und an der Luft abgetrocknet. Aus der Oberfläche der Stücke bis zu einer Tiefe von etwa 5 mm wurde darauf das Untersuchungsmaterial entnommen. Vor dem Gefrieren war aus jedem Fisch eine Probe entnommen zur Feststellung des natürlichen Kochsalzgehaltes. Die Untersuchung eines großen und eines kleinen Schellfisches ergab folgende Resultate (Tabelle 2):

Tabelle 2.

	Großer Schellfisch		Kleiner Schellfisch	
	nicht gefroren %	gefroren %	nicht gefroren %	gefroren %
Wasser	80,20	80,40	81,97	80,70
Trockensubstanz .	19,80	19,60	18,03	19,30
Asche	2,07	3,30	1,56	4,25
Kochsalz	0,11	1,57	0,17	2,05

Beim zweiten Versuch wurde nach dem Vorschlage von Ottesen mit einer ungesättigten Kochsalzlösung gearbeitet, deren Zustand durch den Punkt auf der Eiskurve (Abb. 19) bei —11,6° gekennzeichnet ist. Die entsprechende Konzentration betrug 17,9%. Die Eisabscheidung aus der Lösung blieb während der ganzen Dauer des Versuchs (1 Stunde 20 Min.) bestehen. Die Temperatur blieb konstant. Je ein Schellfisch wurde trocken (nach vorherigem längerem Liegen auf einem Tuche) und naß (nach dem Eintauchen in frisches Wasser) in die Lösung gebracht. Nach dem Durchfrieren wurden die Fische in gleicher Weise behandelt, wie beim ersten Versuch. Die Untersuchung ergab die in Tabelle 3 enthaltenen Zahlen.

Tabelle 3.

	Schellfische		
	nicht gefroren %	trocken gefroren %	naß gefroren %
Wasser	80,40	81,20	80,70
Trockensubstanz .	19,60	18,80	19,30
Asche	1,46	1,72	1,98
Kochsalz (NaCl) .	0,09	0,38	0,45

Aus den zwei vorstehenden Tabellen ist deutlich zu ersehen, daß das Eindringen von Salz in die Fische beim zweiten Versuch, also mit Eisabscheidung aus der Sole, in viel geringerem Maße erfolgt ist als beim ersten Versuch mit der konzentrierten Lösung. Der mittlere Kochsalzgehalt der drei nicht gefrorenen Proben betrug 0,12%, während er nach dem Frieren in gesättigter Lösung im Mittel auf 1,81% und in ungesättigter Lösung mit Eisabscheidung im Mittel auf 0,41% gestiegen war. Es sind also im ersten Falle 1,69% aus der Lösung eingedrungen, im zweiten Falle nur 0,29%. Durch Einhaltung der Ottesenschen Bedingungen ist also die eindringende Salzmenge etwa auf den sechsten Teil zurückgegangen.

Der naß gefrorene Fisch zeigte merkwürdigerweise eine etwas höhere Kochsalzaufnahme als der trocken gefrorene, während man geneigt gewesen wäre, das Gegenteil zu erwarten, da die benetzte Oberfläche nach dem Eintauchen sehr schnell gefrieren und eine schützende Schicht gegen eindringendes Salz bieten sollte. Bei ähnlichen Versuchen mit Rind- und Kalbfleisch hatten die naß eingefrorenen Stücke auch tatsächlich weniger Salz aufgenommen. Daß das bei den Fischen nicht zutraf, mag zum Teil an geringen Verschiedenheiten der entnommenen Proben (Dicke von der Oberfläche gerechnet) und zum Teil auch daran liegen, daß die Oberfläche der Fische auch ohne besondere Benetzung immer etwas feucht ist.

Ähnliche Versuche wurden von uns mit dem gleichen Ergebnis an einigen Hechten durchgeführt.

Die vorstehend beschriebenen Versuche haben also ergeben, daß man beim Ottesenschen Verfahren tatsächlich das Eindringen von Salz in die zu gefrierende Ware auf ein ziemlich niedriges Maß herabdrücken kann. Immerhin wird etwas Salz schon deswegen eindringen müssen, weil die Ware beim Eintauchen stets wärmer sein wird als die Sole. Daraus ergibt sich auch für die Ottesensche Methode der Wunsch, ein möglichst reines und nicht gesundheits-

[1]) Herr Prof. Dr. Baier hatte die Liebenswürdigkeit, sich mit der Veröffentlichung seiner Versuchsergebnisse an dieser Stelle einverstanden zu erklären.

schädliches Salz, am besten reines Tafelsalz, für das Kältebad zu verwenden, obgleich theoretisch jedes beliebige Salz verwendet werden könnte. Im Laufe der Zeit wird sich die Lösung durch Aufnahme von Rostteilen und Absorption von Gasen unvermeidlich verunreinigen. In dieser Beziehung ist ein Vorschlag von Henderson (Australien) beachtenswert, der ebenfalls das Gefrieren von Fischen in kalten Salzlösungen empfohlen hat[1]). Die Sole im Verdampfer wird danach dauernd durch eine Pumpe abgesaugt, durch einen Kohlefilter gepreßt und danach wieder in den Verdampfer zurückgeführt. Das Filter soll neben den gröberen Verunreinigungen auch die in die Salzlösung übergegangenen riechenden Stoffe, die Träger des sog. Fischgeruchs, bis zum 90fachen seines Volumens aufzunehmen imstande sein.

Vielfach ist es jedoch gar nicht erforderlich, den Salzgehalt chemisch zu bestimmen, um das Ottesensche Verfahren mit dem Gefrieren von Fischen in beliebig konzentrierten Salzlösungen zu vergleichen. Es genügt oft eine einfache Kostprobe; das gilt ganz besonders für Plattfische, die infolge der großen Oberfläche besonders viel Salz aufzunehmen geneigt sind, wenn der Zustand der Lösung nicht auf der Eiskurve liegt. Von den Plattfischen werden wieder die dünnen leichten Exemplare in viel stärkerem Maße Salz aufnehmen als dickere und schwerere.

Neben der Größe der Fische spielt natürlich auch die Dicke der Haut eine Rolle; so zeigten z. B. fünf Aale, die auf die gleiche Weise wie die Schollen gefroren wurden, keine Spur von Beigeschmack.

Die von Ottesen geforderte Eisabscheidung in der Lösung während des ganzen Verlaufs des Gefrierprozesses gewährleistet den Vorteil, daß die Fische kein Salz aufnehmen. Kältetechnisch bedeutet jedoch die Ottesensche Forderung einen Nachteil des Verfahrens. Es ist klar, daß sich das abgeschiedene Eis zuerst an den kältesten Stellen niederschlagen wird, und zwar an den Verdampferschlangen, die infolgedessen bald mit einer starken Eiskruste umgeben sein werden. Damit wird aber der Wärmeübergang von der Sole zum verdampfenden Kältemedium erschwert, und es ist bei gleicher Oberfläche der Kühlrohre erforderlich, mit tieferen Verdampfungstemperaturen, also mit höherem Energieverbrauch zu arbeiten. Dieser Nachteil läßt sich nicht umgehen, er könnte höchstens durch geschickte konstruktive Anordnung gemildert werden. Es müßte z. B. dafür gesorgt werden, daß das Eis von den Kühlrohren von Zeit zu Zeit leicht abgeschabt werden kann. Die Vermeidung einer Eiskruste auf den Kühlrohren gehört sonst zu den elementaren Anforderungen, die an eine wirtschaftlich arbeitende Kühlanlage gestellt werden.

[1]) Vgl. »Pall Mall Gazette« vom 28. November 1912 und Zeitschrift »Ice and Cold-storage«, Dezember 1912, »New Fish preserving Process«, siehe auch Zeitschrift »Eis- und Kälte-Industrie« 1912, Seite 14 und September 1915 und Zeitschrift »Le froid« 1913, Heft 4, Seite 171.

Anderseits bietet die Eisabscheidung auch wieder den Vorteil, daß man selbst bei ziemlich starken Schwankungen des Kältebedarfs mit nahezu konstanter Soletemperatur arbeiten kann. Bei geringerem Kältebedarf sinkt die Soletemperatur nur ganz langsam, da jede kleinste Absenkung mit dem Ausfrieren einer entsprechenden Menge Eis verbunden ist. Bei stärkerem Kältebedarf bietet das abgeschiedene Eis einen Kältespeicher, aus welchem der überschüssige Bedarf gedeckt werden kann. Die Erhaltung der Temperatur auf nahezu konstanter Höhe ist im Interesse eines gleichmäßigen Betriebes sehr erwünscht. (Forts. f.)

Zur Theorie der Berieselungskondensatoren.

Von Dr.-Ing. Martin Krause.

(Fortsetzung statt Schluß.)

Zusammenfassung.

Die drei Gleichungen, welche die Grundlagen der Theorie bilden, sind nach Maßgabe der vorstehenden Betrachtungen folgende:

Gleichung 1:

für Ammoniak:

$$Q = G\,(306{,}5 - 1{,}1\,\vartheta),$$

für schweflige Säure:

$$Q = G\,(92{,}65 - 0{,}41\,\vartheta),$$

für Kohlensäure:

$$Q = G\,(89{,}1 - 6{,}13\,\vartheta + 0{,}238\,\vartheta^2 - 0{,}00537\,\vartheta^3),$$

für Wasserdampf:

$$Q = G\,(594{,}42 - 0{,}542\,\vartheta).$$

Gleichung 2:

$$Q = kF\,(\vartheta - t_m).$$

Gleichung 3:

$Q = D + W + L + S$, dabei ist

$$D = 582\,F\,(0{,}033 + 0{,}0022\,w)\,(P - p_m),$$

$$W = (t_m - t_2)\,G_2\left(1 + \frac{G_2 - G_4 - (0{,}033 + 0{,}0022\,w)\,F\,(P-p)}{2\,G_1 + G_2}\right),$$

$$L = F\,(t_m - \tau)\,(2 + 10\sqrt{w}),$$

$$S = 3{,}2\,a\,F'\,(t_m - \tau).$$

$$p_m = \frac{1}{2}\left[P + p_a - (P - p_a)\,e^{-\frac{l\,b\,(0{,}33 + 0{,}022\,w)}{\vartheta \cdot w \cdot 36}}\right].$$

Hierin bedeuten:

- Q die Kondensatorleistung in Cal/st,
- ϑ die Temperatur des kondensierenden Dampfes in °C,
- G die Menge des kondensierenden Dampfes in kg/st,
- F die vom Wasser benetzte Fläche des Kondensators in qm,
- k die Wärmedurchgangszahl der Kondensatorfläche in Cal/qm, °C, st,
- t_m die mittlere Temperatur des herabrieselnden Wassers,

P der maximale Dampfdruck des Wassers bei der Temperatur t_m in mm Hg-Säule.

Bei unbekanntem t_m ist zu setzen:

$P = 0{,}0373\,t_m^2 - 0{,}38\,t_m + 9{,}7$ oder

$P = 0{,}93\,t_m - 1$ für t_m zwischen 12 und 22° C,

$P = 1{,}31 \cdot t_m - 8{,}9$ für t_m zwischen 20 und 27° C,

$P = 1{,}70 \cdot t_m - 19{,}0$ für t_m zwischen 25 und 32° C,

$P = 2{,}19 \cdot t_m - 34{,}2$ für t_m zwischen 30 und 37° C,

$P = 1{,}7\,t_m - 19$ als grobe Annäherung für t_m zwischen 20 und 35° C.

w die Windgeschwindigkeit in m/sec,

$p_a = p$ der Druck des Wasserdunstes in der Atmosphäre in mm Hg vor Eintritt in den Kondensator,

l die Länge der Rohrebenen in Richtung der Windgeschwindigkeit,

b die Kühlfläche in qm, die auf 1 qm Rohrebene nach einer Seite entfällt,

δ der halbe Abstand der Rohrebenen voneinander,

G_1 das Gewicht der zirkulierenden Wassermenge in kg/st,

G_2 das Gewicht des zuzusetzenden Frischwassers in kg/st,

G_4 das Gewicht des verspritzenden Wassers in kg/st,

τ die Temperatur der Außenluft in °C,

a eine Konstante, die der Tabelle auf S. 32 (Heft 3) zu entnehmen und die stets nahezu 1 ist,

F' die Oberfläche des von den äußersten Rohrschlangensystemen begrenzten Parallelipipeds in qm.

Beispiele.

Im allgemeinen werden als zu errechnende Unbekannte folgende Größen in Frage kommen: ϑ, G_2, Q oder F.

Beispiel 1.

Bekannt seien:

$Q = 100000$ Cal/st,	$G_2 = 1000$ kg/st,
$w = 4$ m/sec,	$G_4 = 300$ kg/st,
$\tau = 20°$ C,	$t_2 = 10°$ C.
$p_a = 9{,}7$ mm Hg,	$l = 4$ m,
$F = 80$ qm,	$\delta = 0{,}25$ m,
$G_1 = 20000$ kg/st,	$b = 1$.

Das aus den äußersten Rohrsystemen gebildete Parallelipiped ergibt sich aus der Konstruktionsskizze zu $5 \cdot 1{,}5 \cdot 2{,}5$ m. Demnach ist $F' = 47{,}5$ qm. k wird zu 300 angenommen. Wie hoch ist die Temperatur ϑ des kondensierenden Dampfes?

Aus Gleichung 2) ergibt sich:

$$100000 = 300 \cdot 80\,(\vartheta - t_m);$$

mithin ist

$$\vartheta = t_m + 4{,}2;$$

t_m ergibt sich aus Gleichung 3), jedoch ist die Gleichung schwer aufzulösen wegen des verwickelten Baues von p_m. Man verfährt zweckmäßig so, daß man ein Näherungsverfahren einschlägt und zuerst $p_m = p_a$ setzt, dann ist

$$D = 582 \cdot 80\,(0{,}033 + 0{,}0022 \cdot 4) \cdot (0{,}0373\,t_m^2 - 0{,}38\,t_m + 9{,}7 - 9{,}7),$$

woraus folgt

$$D = 73\,t_m^2 - 743\,t_m$$

$$W = (t_m - 10)\,1000 \cdot \left(1 + \frac{1000 - 300 - (0{,}033 + 0{,}0022 \cdot 4)\,80\,(1{,}7\,t_m - 19 - 9{,}7)}{4100}\right),$$

$$W = 1033\,t_m - 0{,}139\,t_m^2 - 10190,$$

$$L = 80\,(t_m - 20)\,22 = 1760\,t_m - 35200,$$

$$S = 3{,}2 \cdot 1 \cdot 47{,}5\,(t_m - 20) = 152\,t_m - 3040.$$

Dann ist nach Gleichung 3)

$$100000 = 72{,}86\,t_m^2 + 2202\,t_m - 48430$$

und

$$t_m = 32{,}5 \text{ in erster Annäherung.}$$

Diesem Wert von t_m entspricht ein $P = 36{,}7$ mm Hg. Mit den angegebenen Werten von δ, b und l wird

$$p_m = \frac{1}{2}\left[36{,}7 + 9{,}7 - (36{,}7 - 9{,}7)\,e^{-\frac{0{,}418 \cdot 4}{0{,}25 \cdot 4 \cdot 36}}\right] = 10{,}3.$$

Mit diesem Werte wird

$$D = 582 \cdot 80\ (0{,}033 + 0{,}0022 \cdot 4)\ (0{,}0373\,t_m^2 - 0{,}38\,t_m + 9{,}7 - 10{,}3) = 72\,t_m^2 - 743\,t_m - 1165.$$

Demnach wird im ganzen:

$$100000 = 72{,}86\,t_m^2 + 2202\,t_m - 49595$$

und

$$t_m = 32{,}6° \text{ C.}$$

Eine nochmalige Rechnung würde eine weitere Annäherung geben, doch ist hier die Genauigkeit groß genug.

Es ergibt sich also

$$\vartheta = 32{,}6 + 4{,}2 = 36{,}8° \text{ C.}$$

Um den Einfluß der Schale abzuschätzen, muß man t_u bestimmen. Wie früher gezeigt, ist

$$t_u = \frac{2\,t_m\,(G_1 + G_2) - G_2\,t_2}{2\,G_1 + G_2},$$

also ist

$$t_u = \frac{2 \cdot 32{,}6 \cdot 21000 - 1000 \cdot 10}{41000} = 33{,}3° \text{ C.}$$

Wie auf S. 32 und 33, wo der Einfluß einer Schale für einen Kondensator von 100000 Cal/st-Leistung behandelt wird, gezeigt wird, beträgt die Absenkung $t_u - t_u'$ bei den vorliegenden Temperaturver-

hältnissen nur 0,7° C. Ohne Berücksichtigung der Schale ist hier $t_0 = 31{,}9$. Mit Rücksicht auf die Schale wird

$$t_0 = \frac{20\,000 \cdot 32{,}6 + 1000 \cdot 10}{21\,000} = 31{,}5.$$

Hier ist der Einfluß also nur 0,4° C, und es wird $t_m = 32{,}2$.

Somit

$$\vartheta = 36{,}4^0 \text{ C}.$$

Der Einfluß der Schale mit 0,4° C ist so gering, daß er mit Rücksicht auf die mangelnde Genauigkeit der Koeffizienten meistens vernachlässigt werden kann. Bei geringerer Windgeschwindigkeit wird der Einfluß der Schale geringer.

Beispiel 2.

Der gleiche Berieselungskondensator soll bei gleicher Leistung und gleichen Luftverhältnissen so viel Zusatzwasser erhalten, daß die Kondensationstemperatur 25° C beträgt. G_2 ist zu bestimmen.

Rechnet man wieder mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten $k = 300$, so ist auch hier $\vartheta = t_m + 4{,}2$; also $t_m = 25 - 4{,}2 = 20{,}8$. Die Größe von G_1 ist abhängig von G_2, da man im ganzen soviel Wasser überrieseln läßt, daß ein gutes, gleichmäßig starkes Benetzen der Rohre erfolgt. Es sei angenommen, daß wieder $G_1 + G_2 = 21\,000$ kg sein sollen, wie in Beispiel 1. Die zu 20,8° C gehörende Dampfspannung ist 18,4 mm Hg-Säule. Dann ist

$$p_m = \frac{1}{2}\left[18{,}4 + 9{,}7 - (18{,}4 - 9{,}7)e^{-\frac{4\,(0{,}33+0{,}0224)}{0{,}25 \cdot 4 \cdot 36}}\right] = 10{,}0 \text{ mm}$$

$$D = 582 \cdot 80 \cdot (0{,}033 + 0{,}0022 \cdot 4)\,(18{,}4 - 10) = 15\,997,$$

$$W = (20{,}8 - 10)\,G_2 \cdot \left(1 + \frac{G_2 - 300 - 0{,}418 \cdot 80 \cdot 8{,}4}{42\,000 - G_2}\right) = \frac{450\,058 \cdot G_2}{42\,000 - G_2},$$

$$L = 80\,(20{,}8 - 20)\,22 = 1408,$$

$$S = 3{,}2 \cdot 1 \cdot 47{,}5\,(20{,}8 - 20) = 121.$$

Demnach ist

$$100\,000 = 15\,997 + \frac{450\,058\,G_2}{42\,000 - G_2} + 1408 + 121$$

und $G_2 = 6500$ kg/st. Es sind also stündlich 6500 l Wasser von 10° C zuzusetzen.

Um die Schale zu berücksichtigen, ist t_u zu bestimmen. Es ist

$$t_u = \frac{2 \cdot 20{,}8 \cdot 21\,000 - 6500 \cdot 10}{42\,000 - 6500} = 22{,}8.$$

$$t_0 = 18{,}8.$$

Ferner ist

$$G_1 = 21\,000 - 6500 = 14500,$$

$$G_3 = 28 = \frac{D}{582} = \frac{15\,997}{582}$$

$$G_4 = 300,$$

$$G_5 = 6500 - 328 = 6172.$$

Da man weiß, daß t_u' sehr nahe bei 23° C liegt, kann man in die Bilanzgleichung der Schale setzen $P = 1{,}31t - 8{,}9$. Für die Schale gilt dann:

$$20\,672\,(22{,}8 - t_u') = 21 \cdot 0{,}0418\,(1{,}31\,t_u' - 8{,}9 - 10)\,582 + 2 \cdot 21 \cdot 22\,(t_u' - 20) + 2 \cdot 21 \cdot 3{,}2\,(t_u' - 20) \cdot 1,$$

woraus folgt

$$t_u' = 22{,}4.$$

Die Absenkung beträgt also nur 0,4° C. Zur Bestimmung ihres Einflusses auf G_2 dient die Überlegung, daß die notwendige Menge Zusatzwasser mit dem Zirkulationswasser von 22,5° C eine Mischtemperatur $t_0 = 18{,}8$° C ergeben müsse. Es ist demnach

$$18{,}8 = \frac{(21\,000 - G_2)\,22{,}4 + G_2 \cdot 10}{21\,000}$$

und

$$G_2 = 6100 \text{ kg/st}.$$

Die Ersparnis beträgt also sicher weniger als 400 kg/st, ein Betrag, der wohl vernachlässigt werden kann.

Die große Differenz zwischen t_u und t_o läßt es immerhin möglich erscheinen, daß die Gleichung 2) nämlich $Q = kF\,(\vartheta - t_m)$ nicht mehr genügend genau ist. Die Wärmeabgabe durch Verdunsten, Berührung und Strahlung, die einen Ausgleich der Wassertemperaturen im Sinne der geradlinigen Temperaturverteilung bewirkt, ist hier verhältnismäßig klein, nur 17,5% des Gesamtbetrages. Die äußersten Temperaturdifferenzen zwischen Wasser und Kaltdampf sind $25 - 22{,}8 = 2{,}2^0$ und $25 - 18{,}8 = 6{,}2^0$ C.

Macht man die Annahme, daß die Temperaturverteilung im vorliegenden Fall dieselbe ist wie beim Wärmeaustausch zwischen zwei Flüssigkeiten unter Ausschaltung von Verdunstung und Strahlung und sonstige Wärmeabgabe an die Luft, so würde die mittlere Temperaturdifferenz sein

$$(\vartheta - t)_m = \frac{6{,}2 - 2{,}2}{\ln 6{,}2 - \ln 2{,}2} = 3{,}9.$$

Vorher war nach Gleichung 2) mit 4,2 gerechnet worden. Da aber durch den Einfluß der Schale die Wassertemperatur ein wenig herabgemindert wird, gleichen sich die Einflüsse aus, und man braucht weder die Schale noch die ungleichmäßige Temperaturverteilung zu berücksichtigen.

Mit dem logarithmischen Ausdruck für die mittlere Temperaturdifferenz wird man auch in den sehr seltenen Fällen rechnen müssen, in denen sich bei sehr großer Differenz $t_u - t_o$ und sehr großem k aus Gleichung 2) eine Kondensationstemperatur ϑ errechnet, die niedriger als t_u ist. Das ist bei einem Kondensator mit mäßig starker Berieselung ohne Wasserzirkulation denkbar.

Bei extremen Forderungen kann es vorkommen, daß G_2 größer wird als der für $G_1 + G_2$ angenommene Betrag; dann muß die Rechnung mit $G_1 = 0$ wiederholt werden. Die Schale hat dann, da eine Zirkulation nicht stattfindet, keinen Einfluß.

Beispiel 3.

An einem bestehenden Kondensator ist die Kondensatorleistung zu bestimmen.

t_o und t_u können ebenso wie G_1 und G_2 gemessen werden. Die Schale kann unberücksichtigt bleiben. Man ist hier in der Lage, die Temperaturverteilung genau festzustellen. Die Beträge D, L und S können, wenn nötig graphisch, ermittelt werden, ebenso G_3; G_4 kann errechnet werden, wenn man auch das aus dem Überlauf abfließende Wasser ermittelt. Der Betrag W ergibt sich aus folgender Überlegung: In die untere Schale gelangen die Beträge $G_1 + G_2 - G_3 - G_4$; diese nehmen die Wärmemenge $(G_1 + G_2 - G_3 - G_4)$ $(t_u - t_o)$ auf. G_3 und G_4 werden nur auf etwa $t_m = \frac{1}{2}$ $(t_u + t_o)$ erwärmt, nehmen also die Wärmemenge

$$(G_3 + G_4)\left(\frac{1}{2}(t_u + t_o) - t_o\right) = (G_3 + G_4)\frac{1}{2}(t_u - t_o)$$

auf. Demnach ist:

$$W = (G_1 + G_2 - G_3 - G_4)(t_u - t_o) + (G_3 + G_4)\frac{1}{2}(t_u - t_o)$$

oder

$$W = (G_1 + G_2)(t_u - t_o) - \frac{1}{2}(G_3 + G_4)(t_u - t_o).$$

Es seien gegeben:

$F = 80$ qm,	$G_1 = 20000$ kg/st,
$t_o = 27^0$ C,	$G_2 = 2000$ kg/st,
$t_u = 29^0$ C,	$G_5 = 1800$ kg/st,
$\tau = 20^0$ C,	$F' = 47{,}5$ qm.
$p_a = 9{,}7$ mm Hg	

Der mittlere Dunstdruck ist wie im Beispiel 2 $p_m = 10{,}0$ mm Hg.

Es sei festgestellt, daß die Verteilung der Temperatur auf dem Kondensator geradlinig ist; es ist also $t_m = 28^0$ C. Dann ist

$$G_3 = 80\,(0{,}033 + 0{,}0022 \cdot 4)\,(28{,}4 - 10) = 61{,}53 \text{ kg/st}$$

und

$$G_3 + G_4 = G_2 - G_5 = 2000 - 1800 = 200 \text{ kg/st}.$$

Demnach wird:

$$W = 22000\,(29 - 27) - \frac{1}{2} \cdot 200\,(29 - 27) = 43800 \text{ Cal/st}$$

$$D = 582 \cdot 61{,}53 = \ldots\ldots\ldots\ldots 35710 \text{ »}$$

$$L = 80\,(28 - 20)\,(2 + 10\sqrt{4}) = \ldots\ldots 14080 \text{ »}$$

$$S = 3{,}2 \cdot 1{,}05 \cdot 47{,}5\,(28 - 20) = \ldots\ldots 1277 \text{ »}$$

Also die Kondensatorleistung $Q = \ldots\ldots 94867$ Cal/st

Es bedarf kaum eines besonderen Hinweises darauf, daß die Genauigkeit des Rechnungsergebnisses in höchstem Maße von der Genauigkeit abhängt, mit der t_o und t_u gemessen sind. Kleine Fehler bei der Messung dieser Temperaturen ergeben sehr große Abweichungen von W. (Schluß folgt.)

Kleine Mitteilungen.

Der **Deutsche Kälte-Verein** wird seine diesjährige Hauptversammlung in Berlin abhalten. Es sollen stattfinden:

am **2. Juni 1916:** eine Vorstandssitzung,

am **3. Juni 1916:**

10 Uhr: Hauptversammlung. Eröffnung und Vorträge.
3 Uhr: Abteilungssitzungen.
5 Uhr: Hauptversammlung. Geschäftlicher Teil.
8 Uhr: Gemeinschaftliches Abendessen.

Nähere Mitteilung hierzu wird noch ergehen.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente. Anmeldungen.

17 c. Gr. 1. G. 43483. Verfahren und Vorrichtung zum Regeln des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft in Kühl- und Gefrierräumen. Karl Glässel, Cannstatt, Teckstr. 93. 8. 12. 15.

17 c. Gr. 4. L. 42914. Kühlraum. Andreas Petrus Lundin, Long Island City, New York, V. St. A.; Vertr.: Pat.-Anwälte Dipl.-Ing. Rudolf Specht, Hamburg, u. L. Alb. Nenninger, Berlin SW. 61. 1. 2. 15.

17 g. Gr. 2. P. 31130. Verfahren zur Trennung atmosphärischer Luft oder anderer Gasgemische in ihre Bestandteile. Raoul Pierre Pictet, Paris; Vertr.: A. du Bois-Reymond, Max Wagner u. G. Lemke, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. 1. 7. 13. Frankreich 2. 7. 12.

42 i. Gr. 17. Sch. 46665. Wärmemengenmesser für Warmwasserheizungen. Arthur Schulze, Dresden-A., Dohnaerstr. 29. 28. 3. 14.

17 a. Gr. 7. G. 42126. Kältemittel-Einlaßvorrichtung zwischen Kondensator und Verdampfer bei Klein-Kältemaschinen. Albert Gerlach, Nordhausen, Wallrothstr. 2. 15. 7. 14.

17 a. Gr. 20. P. 34175. Auffüllvorrichtung für Hochdruck-Kaltluftmaschinen. Leonhard Pütz, Cöln-Kalk, Bertramstr. 22. 14. 8. 15.

Auszüge aus den Patentschriften.

42 i. 284867. Verfahren zur Messung des Wassergehaltes der Luft oder anderer Gase mit Hilfe des elektrischen Widerstandes von Leitern. Dr. Carl Lübben in Berlin.

Patentanspruch:

Verfahren zur Messung des Wassergehaltes der Luft oder anderer Gase mit Hilfe des elektrischen Widerstandes von Leitern, dadurch gekennzeichnet, daß ein Körper, dessen elektrischer Widerstand von der Feuchtigkeit abhängig ist, mit dem betreffenden Gase in Berührung gebracht und als Widerstand in einem elektrischen Stromkreis eingeschaltet wird.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz-Ludwigshöhe.

Schriftführer: J. O. Knoke, Direktor. Adr.: Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12.

Die Geschäfte des **Schatzmeisters** führt zurzeit der Schriftführer des Vereins.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. **A. Nägel,** Dresden.

Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur **G. Cattaneo,** Berlin.

Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Kommissionsrat **A. Krüger,** Charlottenburg.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang | **München, Mai 1916** | **5. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren. Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig, Prof. Dr. E. Ehrenbaum, Hamburg, und Dr. med. Karl Reuter, Hamburg. (Fortsetzung.) S. 45. — Zur Theorie der Berieselungskondensatoren. Von Dr.-Ing. Martin Krause. (Schluß.) S. 52. — Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei »trockenem« und »nassem« Kompressorgang. (Mitteilung aus dem Maschinenbaulaboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg.) Von Dr.-Ing. W. Koeniger. (Fortsetzung.) S. 54.
Zeitschriftenbericht. S. 55.
Kleine Mitteilungen. S. 56.
Deutscher Kälte-Verein. S. 56.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren.

Von Prof. Dr.-Ing. **R. Plank**, Danzig, Prof. Dr. **E. Ehrenbaum**, Hamburg, und Dr. med. **Karl Reuter**, Hamburg.

(Fortsetzung.)

2. Die Gefriergeschwindigkeit und ihr Einfluß auf die Erhaltung der Gewebe.

Der Gefrierprozeß verläuft im Muskel im wesentlichen genau so wie in einer Salzlösung. Die im Muskel enthaltene Flüssigkeit, die wir kurz als Fleischsaft bezeichnen wollen, stellt eine schwache Lösung verschiedener Salze (hauptsächlich Dikaliumphosphat) und Eiweißstoffe (Proteine) dar. Wird der Muskel unter 0° langsam abgekühlt, so werden sich auch aus der Flüssigkeit bald reine Eiskristalle ausscheiden und der Rest wird immer konzentrierter und dickflüssiger. Je tiefer der Muskel unter 0° abgekühlt wird, um so vollständiger friert die Flüssigkeit aus. Der restlose Übergang in den festen Aggregatzustand erfolgt aber erst im kryohydratischen Punkt, in welchem die entsprechend konzentrierte Lösung als Ganzes gefriert.

Wir wollen auf die äußeren Erscheinungen beim Gefrieren einer Lösung bzw. bei der Kristallisation einer Schmelze näher eingehen. Wenn eine Schmelze unter ihren Erstarrungspunkt abgekühlt wird, so findet an einzelnen Stellen spontane Kristallbildung statt. Diese freiwillig entstehenden Kristalle bezeichnet man als Kristallkerne oder -Zentren. Versuche von Tammann[1]) ergaben, daß die Zahl dieser in der Zeit- und Volumeneinheit gebildeten Kerne in unmittelbarer Nähe des Erstarrungspunktes sehr klein ist, daß sie mit wachsender Entfernung vom Erstarrungspunkt rasch zunimmt, ein Maximum erreicht und bei noch tieferen Temperaturen wieder kleiner und schließlich verschwindend klein wird. In Abb. 20 ist die Zahl der gebildeten Kristallisationszentren über der Temperatur aufgetragen und die betreffende Kurve mit *K.Z.* bezeichnet. *E.P.* bedeutet den Erstarrungspunkt der betreffenden Schmelze. Die gebildeten Kristallisationszentren beginnen alsbald nach allen Seiten zu wachsen, bis die ganze Masse erstarrt ist. Das Wachsen geschieht in der Weise, daß sich die aus der Schmelze abgeschiedenen Kristalle parallel an die Kristallisationskerne anlagern und dieselben nach allen Seiten so vergrößern, daß ihre Form und ihre Symmetrieverhältnisse nicht geändert werden. Der Kristall wirkt also gewissermaßen richtend auf die in seiner Umgebung befindlichen Moleküle. Die Wachstumsgeschwindigkeit der Kristalle, die kurz als Kristallisationsgeschwindigkeit (*K.G.*) bezeichnet wird, ist aber ebenfalls eine Funktion der Temperatur, und zwar eine ganz ähnliche wie die Zahl der Kristallisationskerne. Die Kristallisationsgeschwindigkeit ist in der

[1]) Tammann, Kristallisieren und Schmelzen, Leipzig (Verlag A. Barth), 1913, Seite 131.

Nähe des Schmelzpunktes gering, nimmt mit wachsender Unterkühlung schnell zu, erreicht ein mehr oder weniger flaches Maximum und nimmt dann allmählich wieder bis auf Null ab. Der Verlauf dieser Kurve ist ebenfalls in Abb. 20 eingetragen und mit *K.G.* bezeichnet.

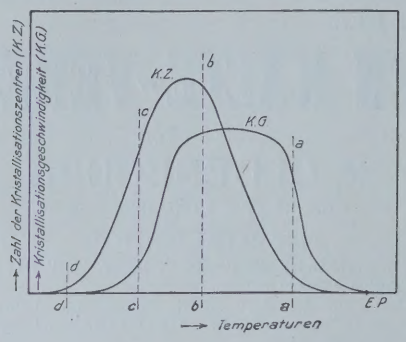


Abb. 20.

Aus dem Verlauf der Kurven für die Zahl der Kristallisationszentren und die Kristallisationsgeschwindigkeit können wir ersehen, daß das Gefüge der Schmelze nach der Erstarrung sehr verschieden sein kann, je nachdem bei welcher Temperatur gearbeitet wird. Im Temperaturgebiet *a—a* (Abb. 20) — nur wenige Grade unter dem Erstarrungspunkt — ist die Zahl der Kristallisationskerne gering, die Wachstumsgeschwindigkeit der Kristalle (*K.G.*) besitzt aber schon hohe Werte. Es werden sich daher wenige große Kristallkerne bilden, welche sich parallel aneinander lagern und die ganze Schmelze erfüllen, und wir erhalten ein grobkörniges Gefüge.

Bei tieferen Temperaturen im Gebiet *b—b* ist die *K.G.* noch immer sehr groß, aber die Zahl der Kerne, von denen die Kristallisation ausgeht, ist bedeutend gestiegen, und das Gefüge wird infolgedessen feinkörniger. Beim weiteren Absenken der Temperatur im Gebiet *c—c* ist die Zahl der Kerne noch groß geblieben, die *K.G.* ist aber schon auf sehr kleine Werte gesunken, so daß wir ein sehr feinkörniges Gefüge erhalten. Bei genügend tiefen Temperaturen im Gebiet *d—d* wird schließlich die *K.G.* unendlich klein und auch die Zahl der Kristallisationszentren ist gleich Null oder doch nur sehr klein. Eine Kristallisation findet dann überhaupt nicht mehr statt. Die Flüssigkeit bleibt also bei der Erstarrung isotrop, d. h. sie geht in den amorph-festen Zustand über.

Das bei der Erstarrung gebildete Gefüge kann sich also vom grobkristallinischen bis zum amorphen verändern, je nachdem, bei welcher Temperatur die Erstarrung vor sich geht. Da nun aber mit sinkender Temperatur der Erstarrungsprozeß infolge des stärkeren Wärmeüberganges immer rascher erfolgt, so können wir auch sagen, daß die Geschwindigkeit des Einfrierens das Gefüge direkt beeinflußt, und zwar in dem Sinne, daß wir bei ganz langsamem Einfrieren größere Eiskristalle erhalten werden, wogegen das Gefüge bei sehr raschem Einfrieren fein kristallinisch bis vollkommen isotrop (glasig) werden wird.

Wenden wir die Ergebnisse dieser Betrachtungen auf das Gefrieren von Fleisch- oder Fischmuskeln an, so erkennen wir, daß man auch hier beim sehr langsamen Gefrieren, z. B. durch Hängenlassen in Luft von wenigen Graden unter Null, große, mit dem bloßen Auge sichtbare Eiskristalle erhalten wird, die sich, wie die Erfahrung lehrt, zwischen den Muskelfasern absondern und letztere stark zusammenpressen werden.

Bei langsam gefrorenen Fischen ist der Querschnitt rauh, porös (nicht glatt) und ausgesprochen anisotrop; der Fisch fühlt sich bretthart an und schneidet sich auch sehr hart.

Bei sehr schnellem Frieren, z. B. durch Eintauchen in tiefgekühlte Sole, ist von einer Kristallbildung makroskopisch nichts mehr zu beobachten. Der Querschnitt erscheint nach dem Durchfrieren vollkommen glatt, homogen und isotrop. Der gefrorene Körper schneidet sich viel weicher; beim Schneiden und Kratzen ist kein knisterndes Geräusch hörbar.

Es darf wohl angenommen werden, daß die Vermeidung der Kristallbildung oder doch wenigstens die Erzielung eines sehr feinkörnigen Gefüges die Zellen bedeutend mehr schont als das Gefrieren unter Bildung großer Eiskristalle, so daß ein möglichst schnelles Gefrieren sicher vorteilhaft ist. Ein mittelgroßer Kabeljau im Gewicht von etwa 6 Pfund braucht zum Gefrieren in Luft von etwa — 7° 35 bis 40 Stunden; dagegen friert er beim Eintauchen in Sole von — 15° in 1½ bis 2 Stunden vollkommen durch. Die Gefriergeschwindigkeit ist hier also 20 mal größer. Würde man denselben Fisch in Luft von — 15° frieren, so würde er zum Durchfrieren etwa 15 Stunden brauchen; wir sehen daraus, daß sich durch Absenkung der Lufttemperatur nicht sehr viel erreichen läßt, das Gefüge würde auch bei — 15° Lufttemperatur noch ziemlich grobkörnig erscheinen, und dabei würde man gegenüber dem Arbeiten bei — 7° etwa 25% mehr Energie aufwenden und viel größere Kälte-Kompressoren brauchen. Das Gefrieren in Luft bei sehr tiefen Temperaturen kann daher nicht empfohlen werden, ausgenommen die Fälle, wo es durch räumliche Verhältnisse geboten erscheint. Eine bedeutende Erhöhung der Gefriergeschwindigkeit ergibt sich erst, wenn die den Fisch umgebende fast ruhende Luft, welche die Wärme sehr schlecht überträgt, durch eine stark bewegte zirkulierende Flüssigkeit (Sole) mit viel höherer Wärmeübertragungsfähigkeit ersetzt wird.

Die rein physikalischen Vorgänge beim Gefrieren von Muskeln sind durchaus noch nicht endgültig geklärt. Es steht nur fest, daß beim langsamen Gefrieren das Wasser vor dem Erstarren aus den Zellen austritt und in den interstitiellen Räumen zu größeren Eiskristallen erstarrt.

Es wird sicherlich eine gewisse Zeit dafür erforderlich sein, daß beim Gefrieren die Flüssigkeit aus den Zellen austritt, wodurch der gefrorene Muskel histologisch einen ganz anderen Charakter erhält als der nicht gefrorene. Es ist wohl denkbar, daß bei sehr

schnellem Gefrieren das Wasser seine Verteilung im Muskel ganz oder teilweise beibehält, und daß sich dann der gefrorene Muskel bezüglich seiner Stoffverteilung fast genau so verhält wie der frische. Diese Annahme wurde durch den histologischen Befund vollkommen bestätigt.

Wir haben außerdem erkannt, daß sich beim langsamen Frieren größere Eiskristalle vom hexagonalen System bilden, während das Gefüge beim schnellen Frieren feinkörnig bis amorph wird. Ganz abgesehen davon, ob die Volumenausdehnung des Wassers beim Frieren die Gewebe überhaupt bleibend deformieren bzw. verletzen kann, ist es jedenfalls klar, daß eine Bildung größerer Kristalle, die einer gerichteten Ansammlung des Stoffes an einem bestimmten, durch die ursprüngliche Lage des Kristallisationskerns bedingten Ort entspricht, eine stärkere örtliche Wirkung auf die Zellen auszuüben vermag als wenn die ganze Flüssigkeit in den festen Aggregatzustand übergeht, ohne daß es bevorzugte Stellen oder Richtungen gibt. Das schnelle Gefrieren scheint danach weniger schädlich einzuwirken.

Es ist jedenfalls möglich, Fische, die nach der Ottesenschen Methode sehr schnell in Sole gefroren wurden, beim Auftauen wieder zu beleben. Wir hatten Gelegenheit, einem solchen Versuch mit einem kleinen Karpfen (Kr 6) beizuwohnen, der einige Minuten in — 15grädige Sole getaucht wurde, so daß er äußerlich vollkommen hart, aber noch nicht ganz durchgefroren war. Die Augen waren milchig geworden. Beim langsamen Auftauen an der Luft klärte sich das Auge wieder, und nach einiger Zeit begann der Fisch die Flossen zu bewegen. Wenn diesem Versuch auch kein praktischer Wert beizumessen ist, so spricht er doch deutlich dafür, daß die Gewebe beim schnellen Gefrieren physiologisch nicht gelitten haben können.

3. Über die Gewichtsverluste und sonstige Veränderungen gefrorener Fische.

a) Die den Gewichtsverlust beeinflussenden Größen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß gefrorene Ware bei längerer Lagerzeit einen merklichen Gewichtsverlust erleidet, der durch Verdunstung des in der Ware enthaltenen Wassers (in Eisform) und vielleicht auch noch anderer den Geschmack beeinflussender Bestandteile hervorgerufen wird.

Die Versuche zeigten, daß der Gewichtsverlust durchaus nicht bei allen Fischarten gleich groß ist und sich bei Fischen derselben Art mit der absoluten Größe der Fische ändert. Drückt man den Gewichtsverlust in Prozenten des Ursprungsgewichtes aus, so hängt er bei gleichen Luftverhältnissen offenbar nicht einfach von der verdunstenden Oberfläche, sondern vom Verhältnis der Oberfläche zum Inhalt ab. Bei geometrisch ähnlichen räumlichen Gebilden, wie sie bei verschiedenen Größen der gleichen Fischart annähernd angenommen werden können, ergibt sich aber eine gesetzmäßige Abnahme des Verhältnisses von Oberfläche zum Inhalt mit wachsender Größe des Fisches, so daß der prozentuale Gewichtsverlust bei großen Fischen kleiner wird. Das hängt einfach damit zusammen, daß die Oberfläche mit dem Quadrat der linearen Dimensionen ansteigt, der Inhalt dagegen mit der dritten Potenz, also viel schneller. Die Gewichtsverluste gleichartiger Fische von verschiedener Größe müßten daher theoretisch den dritten Wurzeln aus den Gewichten umgekehrt proportional sein. Diese Gesetzmäßigkeit findet sich bei unseren Versuchen vielfach bestätigt, es zeigen sich aber auch häufig Unregelmäßigkeiten, die durch zahlreiche nicht zu berücksichtigende Zufälle entstanden sein werden. Um ein Beispiel anzuführen, geben wir in Tabelle 4 die zum Teil interpolierten Gewichtsveränderungen von zehn ausgeweideten Schellfischen wieder, welche in einem Lagerraum bei — 7° und 85% relativer Feuchtigkeit frei aufgehängt waren. Wie aus dem Vergleich der gemessenen und berechneten Werte hervorgeht, ist hier der Gewichtsverlust in der Tat sehr annähernd der dritten Wurzel aus dem Gewicht umgekehrt proportional In manchen Fällen ist jedoch die Übereinstimmung weniger gut.

Tabelle 4.

Bezeichnung	Ursprüngliches Gewicht G in g	Gewicht nach 35 Tagen in g	Prozentualer Gewichtsverlust in 35 Tagen gemessen in %	Desgl. berechnet nach der Formel $\varphi = \frac{254}{\sqrt[3]{G}}$ in %
S 3	318	195	38,7	
S 4	356 (Im Mittel 336)	226	36,5 (Im Mittel 37,1)	36,6
S 5	333	213	36,1	
S 1	394	252	36,0	
S 2	393 (Im Mittel 391)	255	35,1 (Im Mittel 35,7)	34,8
S 10	386	247	36,0	
S 9	452	307	32,1	33,1
S 8	516	355	31,2	31,7
S 7	858	630	26,6	26,7
S 6	938	697	25,7	25,9

Wenn man die Fische vor dem Gefrieren ausweidet, so wird dadurch natürlich die der Luft ausgesetzte Oberfläche nicht unwesentlich vergrößert, während das Gewicht sinkt. Man wird dementsprechend bei einem ausgeweideten Fische aus zwei Gründen einen größeren prozentualen Gewichtsverlust erhalten als bei einem nicht ausgeweideten.

Es ergab sich z. B. bei nicht ausgeweideten frei hängenden Makrelen, M 4 und M 5, in 35 Tagen ein Gewichtsverlust von 8 bis 9%, während eine Gruppe ausgeweideter Makrelen M 7 bis M 11 ca. 12% an Gewicht verloren hatte.

Vergleichen wir verschiedene Fischarten untereinander, so spielt hierbei vor allem die sehr verschiedene geometrische Form eine wichtige Rolle. Um hierüber einigen Aufschluß zu erhalten, wollen wir in erster Annäherung die verschiedenen Fischarten als einfache kreiszylindrische Körper auffassen. Die Höhe H und der Durchmesser D der Zylinder bzw.

das Verhältnis $\lambda = \frac{H}{D}$ sind bei den verschiedenen Arten außerordentlich verschieden. Wir kennen Fische von sehr geringem Durchmesser bei bedeutender Länge, z. B. Aal, Dornhai, Lengfisch u. a., für welche λ sehr groß wird ($\lambda = 10$ bis 20). Anderseits können wir Plattfische als plattgedrückte Zylinder von geringer Höhe bei großem Durchmesser auffassen. Für diese Fische erhält λ Werte in der Größenordnung von 0,1, ist also mindestens 100mal kleiner als bei Aalen. Es fragt sich nun, in welcher Weise das Verhältnis von Oberfläche O zum Inhalt V von dem Verhältnis von Höhe zum Durchmesser beim Zylinder abhängt. Es ist klar, daß die günstigste Form diejenige sein würde, bei welcher $\frac{O}{V}$ ein Minimum wird. Eine einfache mathematische Überlegung führt sofort zum Ziel. Es zeigt sich, daß $\frac{O}{V}$ einen minimalen Wert erreicht, wenn $\lambda = 1$, also $H = D$ wird. Die Höhe des Kreiszylinders muß gleich dem Durchmesser sein. Um uns ein Bild darüber zu machen, in welchem Maße $\frac{O}{V}$ wächst, wenn λ kleinere oder größere Werte als 1 annimmt, wollen wir in einem Beispiel für ein gegebenes konstantes Volumen $V = \frac{\pi}{4} D^2 H$ die zugehörigen Wertpaare von λ und $\frac{O}{V}$ ausrechnen. Der Einfachheit halber nehmen wir an $D^2 H = 1000$. Wir erhalten dann zu verschiedenen Durchmessern die in Abb. 21 zusammengestellten Werte von H, λ und $\frac{O}{V}$.

In Abb. 21 ist $\frac{O}{V}$ über dem Durchmesser aufgetragen und unter jedem Durchmesser steht der zugehörige Wert von λ. Die Auftragung von $\frac{O}{V}$ über λ ist deswegen nicht geeignet, weil sich λ in zu weiten Grenzen verändert. Wir sehen aus der Kurve, daß für $H = D = 10$ bzw. $\lambda = 1$ das Verhältnis $\frac{O}{V}$ den Minimalwert, und zwar 0,6 erreicht. Das Minimum verläuft sehr flach. Wenn λ auf 0,55 sinkt oder auf 2,0 steigt, so verändert sich $\frac{O}{V}$ nur von 0,60 auf 0,63, also um 5%. Bei weiterer Zu- bzw. Abnahme von λ wächst aber die Oberfläche immer schneller im Verhältnis zum Inhalt. Für $\lambda = 14$ und $\lambda = 0{,}125$ wird $\frac{O}{V} = 1{,}0$, so daß der Minimalwert bereits um 67% übertroffen ist. Wie bereits erwähnt, gelten die Werte $\lambda = 10$ bis 20 für langgestreckte Fische, z. B. Aale, während für Plattfische $\lambda =$ ca. 0,1 wird. Das sind aber auch die extremen Werte, die praktisch in Frage kommen, und die Abb. 21 lehrt, daß beide extreme Arten sich in bezug auf die Verdunstung ziemlich gleich ungünstig verhalten $\left(\frac{O}{V} = \sim 1\right)$. Dazwischen liegen alle anderen Fischarten, wie z. B. die Gadusarten, Makrelen u. a., die sich in bezug auf den Einfluß der geometrischen Form auf die Verdunstungsgeschwindigkeit günstiger verhalten als die vorerwähnten Arten. Für die meisten Fische dürfte $\lambda = 5$ bis 8 betragen und damit $\frac{O}{V} = 0{,}75$ bis 0,85. Unter sonst gleichen Verhältnissen müßten also diese Fische einen um etwa 20% geringeren Gewichtsverlust durch Verdunstung haben als Plattfische oder Aale. Wir wollen das durch einige Zahlen aus unseren Versuchsreihen belegen, wobei wir hier aus Gründen, auf die gleich näher eingegangen werden wird, einerseits Schellfische mit Schollen, anderseits Makrelen mit Aalen vergleichen wollen.

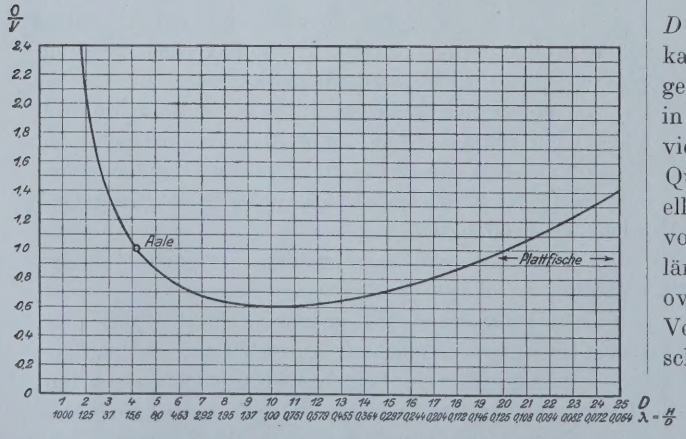


Abb. 21.

Nach 30 tägiger Lagerung hatte Sch 3 mit einem Ursprungsgewicht von 570 g 21,9% verloren, während S 44 mit einem Ursprungsgewicht von 479 g nur 17,8% an Gewicht eingebüßt hat. Obgleich also S 44 von vornherein leichter war als Sch 3, ist der Verlust bei ersterem doch geringer.

Nach 39 Tagen hatte A 21 (312 g) 16,7% verloren, M 74 (312 g) nur 14,4%. Hier sind die Ursprungsgewichte genau gleich, haben also keinerlei Einfluß auf die verschiedene Verdunstungsgeschwindigkeit.

Unter Zugrundelegung der kreiszylindrischen Form ergab sich das Minimum für das Verhältnis $\frac{O}{V}$ bei $D = H$. Von anderen geometrischen Körpern hat bekanntlich die Kugel die allerkleinste Oberfläche bei gegebenem Inhalt. Kugelförmige Fische kommen aber in unseren Gewässern kaum vor. Dagegen weichen viele Fische von der kreiszylindrischen Form ab; die Querschnitte sind vielfach nicht kreisförmig sondern elliptisch oder oval. Von Fischen mit großen Werten von λ hat besonders der Hering einen ausgesprochen länglich-ovalen Querschnitt, während Makrelen breitoval und Aale im Schnitt nahezu kreisförmig sind. Von den Plattfischen ist beim Steinbutt der Querschnitt am wenigsten — beim Heilbutt, der Rotzunge und Seezunge am meisten vom Kreis verschieden. Rochen haben einen rhombischen Querschnitt. Es gilt nun ganz allgemein, daß das

Verhältnis $\frac{O}{V}$ um so größer ist, je mehr der Querschnitt von der Kreisform abweicht.

Vergleicht man den Gewichtsverlust gleich schwerer Schellfische und Makrelen, bei denen das Verhältnis von Länge zu Durchmesser ungefähr gleich groß ist, so findet man, daß Makrelen bedeutend langsamer verdunsten als Schellfische. Desgleichen findet man, daß Aale ihr Gewicht viel besser erhalten als Schollen, obgleich deren Durchschnittswerte für λ nach Abb. 21 den gleichen Gewichtsverlust erwarten lassen müßten. Der Grund für diese Erscheinung ist der verschiedene Fettgehalt. Aale und Makrelen sind fette Fische, während Schellfische fast gar keinen und Schollen nur einen geringen Fettgehalt aufweisen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß eine Fettschicht die Verdunstung stark beeinträchtigt. Bei den Aalen liegt z. B. eine nicht unbedeutende Fettschicht direkt unter der Haut. Es kann daher nur der Schleim und die in der Haut enthaltene Feuchtigkeit ungehindert verdunsten, während die Verdunstung aus dem Innern durch die Fettschicht unter der Haut gehemmt wird. Darin liegt der Grund, warum wir in den früheren Beispielen Makrelen und Aale nicht unmittelbar mit Schellfischen und Schollen vergleichen konnten.

b) Die Größe der Gewichtsverluste und die Mittel zu deren Verringerung.

Die Gewichtsverluste, welche frei hängende Fische in einem Lagerraum bei — 7° und 85 bis 90% relativer Feuchtigkeit erleiden, sind selbst bei fettreichen Fischen sehr groß und erreichen bei fettarmen Fischen so hohe Werte, daß eine längere Aufbewahrung ohne besondere Vorkehrungen sich von selbst verbietet. Tabelle 5 zeigt, um welche Zahlen es sich hier beispielsweise handelt.

Tabelle 5.

Fisch	Ursprüngliches Gewicht in g	Gewichtsverlust in %							
		nach 10 Tagen	nach 20 Tagen	nach 40 Tagen	nach 60 Tagen	nach 80 Tagen	nach 100 Tagen	nach 120 Tagen	nach 140 Tagen
B 3	3827	5,9	8,9	15,0	21,0	—	—	—	—
K 10	2674	7,4	11,0	18,2	25,5	—	—	—	—
S 7	858	11,4	18,2	28,6	37,3	43,0	—	—	—
S 3	318	17,0	27,6	42,7	52,0	57,5	60,0	61,6	62,3
Sch 3	570	9,6	16,6	28,1	37,2	44,8	—	—	—
Sch 6	179	15,1	26,2	43,3	54,2	62,0	65,0	66,5	66,5
M 57	421	3,3	7,8	14,9	19,9	24,2	27,1	29,4	31,1
A 11	349	8,3	12,3	17,7	20,9	22,6	—	—	—

Aus der Tabelle ist jedenfalls zu ersehen, daß frei hängende Fische sehr große Gewichtsverluste erleiden, die nicht nur kaufmännisch bedeutungsvoll sind, sondern auch den Geschmackswert der Fische stark beeinträchtigen müssen.

So hohe Verluste, wie wir sie an einzelnen frei hängenden Fischen fanden, werden im praktischen Betriebe allerdings nicht zu erwarten sein, weil man schon aus wirtschaftlichen Erwägungen, um eine bessere Ausnutzung des Lagerraumes zu erzielen, die Fische nach dem Gefrieren nicht frei hängen lassen, sondern sie in Gruppen verpacken bzw. stapeln wird. Durch die gegenseitige enge Berührung der Fische wird die der Luft exponierte Oberfläche und damit der Gewichtsverlust bedeutend verringert, wie sich aus dem folgenden Vergleich zweier Schellfische ergibt (Tab. 6).

Tabelle 6.

Datum	Gewichte in g	
	S 61 frei-hängend	S 64 in Kiste verpackt
13. 8. (frisch)	499	473
14. 8. (durchgefroren)	477	452
1. 9.	411	430
21. 9.	368	423
4. 10.	339	422
25. 10.	305	413

Die Gewichtsverluste können also durch enges Zusammenstapeln der Fische ganz bedeutend herabgesetzt werden. Es gibt aber noch andere Mittel, die ebenfalls zur Erhaltung des Gewichts beitragen, und zwar schützende Umhüllungen. Als solche kommen entweder Eisglasuren, ein Verpacken in Pergamentpapier oder Überzüge aus irgendwelchen für die Feuchtigkeit undurchlässigen Substanzen in Frage.

Das nächstliegende und seit längerer Zeit benutzte Mittel ist die Eisglasur. Dieselbe wird dadurch zustande gebracht, daß der vollkommen ausgefrorene und möglichst tief heruntergekühlte Fisch für kurze Zeit in ein Bad mit eiskaltem Wasser getaucht wird.

Die Glasur wird nicht nur für die Gewichtserhaltung, sondern auch zur besseren Konservierung des Fettes bzw. der aromatischen öligen Substanzen angewendet, worauf wir noch ausführlich zurückkommen werden.

Bei längerer Lagerung kann die Glasur von Zeit zu Zeit erneuert werden, da sie erfahrungsgemäß ziemlich rasch verdunstet. Die Eisglasur hat auch den Nachteil, ziemlich brüchig zu sein, was beim Stapeln größerer Mengen bzw. beim Transport unangenehm empfunden wird. Besonders an den Flossen haftet die Glasur sehr schlecht und springt bald ab. Ein absolut luftdichter Abschluß ist durch die Eisglasur auf die Dauer kaum zu erreichen.

Die Stärke der von uns angewandten Eisglasur schwankte zwischen 5 und 25% des Fischgewichts.

Für die Verdunstungsgeschwindigkeit der Eisglasur gelten offenbar die gleichen Gesetze wie für die nicht glasierten Fische mit dem einzigen Unterschied, daß die Glasur noch schneller verdunstet als das Fischfleisch. Je größer die Oberfläche im Verhältnis zum Gewicht der Glasur ist, um so schneller verschwindet sie. Am ungünstigsten sind danach wieder Plattfische

und Aale. Bei der Verdunstung von unglasierten Aalen fanden wir ein gewichterhaltendes Moment in der Fettschicht. Bei der Verdunstung der Aalglasur spielt die Fettschicht natürlich gar keine Rolle. Wir erhalten dementsprechend bei gleich schweren Aalen und Schollen (A 13 und Sch 7) einen nahezu gleich starken Schwund der Eisglasur, und zwar ca. 1% (bezogen auf das Fischgewicht) pro Tag. Bei der viel leichteren Scholle 10 ist der Verlust noch größer (1,67% pro Tag). Makrelen und Schellfische verlieren die Glasur verhältnismäßig langsamer (0,7 bis 0,85% pro Tag) dank der günstigeren geometrischen Form. Beim Schwund der Glasur fällt ebenfalls der durch den verschiedenen Fettgehalt bedingte Unterschied in der Verdunstungsgeschwindigkeit unglasierter Makrelen und Schellfische fort. Während unglasierte Schellfische viel schneller verdunsten als gleich schwere Makrelen, verliert sich die Glasur auf beiden fast ebenso schnell.

Bei großen Kabeljau und Blaufischen hält sich die Glasur am besten, sie verliert nur ⅓% (bezogen auf das Fischgewicht) pro Tag. Ungefähr die gleichen Werte würde man auch für Lachse und Zander erhalten. Würde man die glasierten Fische eng zusammenpacken, so würde das Gewicht der Glasur in gleichem Maße länger erhalten bleiben, wie sich das Gewicht unglasierter, eng verpackter Fische besser erhält als bei der freien Aufhängung.

Aus den vorgenannten Zahlen ist ersichtlich, daß sich die Glasur bei Aalen und Plattfischen kaum rentiert, wenn eine längere Lagerzeit in Frage kommt, weil die Glasur von diesen Fischen zu schnell verschwindet. Ganz besonders ist bei Aalen, die ihr Gewicht auch ohne Glasur dank der Fettschicht gut erhalten, der Vorteil durch das Glasieren nur gering. Bei Plattfischen ist die Glasur bei kürzerer Lagerzeit schon vorteilhafter. In noch höherem Maße gilt das für Schellfische und besonders für große Blaufische und Kabeljau. Bei Makrelen dagegen, die an sich langsamer verdunsten, nutzt die Glasur hinsichtlich der Gewichtserhaltung auch weniger.

Die Hauptnachteile der Eisglasur liegen, wie bereits hervorgehoben, in der verhältnismäßig schnellen Verdunstung und in der Brüchigkeit (Sprödigkeit) des Eises. Man könnte daher daran denken, die Fische gegebenenfalls mit anderen elastischen und beständigeren Stoffen zu überziehen. Wir haben die Wirkung von Überzügen aus tiefschmelzendem Paraffin und einer Spezialmasse »Jela« untersucht. Der Gewichtsverlust wird hierbei praktisch gleich Null. Wir wollen jedoch von diesen Überzügen erst später sprechen, da ihre Anwendung weniger aus dem Wunsch entstanden ist, den Gewichtsverlust zu vermeiden, als vielmehr aus dem Bestreben, den Einfluß des Luftsauerstoffes auf die Fette und die dadurch bedingten nachteiligen Veränderungen des Geschmacks zu verhindern.

Außer der Eisglasur wird vielfach noch ein anderes Mittel angewendet, um das Gewicht nach Möglichkeit zu erhalten: das Einwickeln in Pergamentpapier. Die Wirkung des Pergamentpapiers ist die gleiche wie die einer Fettschicht im Fisch. Daraus läßt sich a priori erwarten, daß das Einwickeln in Pergamentpapier bei fettarmen Fischen den größten Erfolg ergeben wird, während bei fetten Fischen das Pergamentpapier die günstige Wirkung der vorhandenen Fettschicht kaum sehr wesentlich zu steigern in der Lage sein wird.

Schließlich kann man die Eisglasur mit dem Einwickeln in Pergamentpapier verbinden und hierdurch eine erhöhte Wirkung erzielen. Es muß allerdings betont werden, daß jede Manipulation mit Kosten verbunden ist, die bei billigen Fischen schwer ins Gewicht fallen. Das Glasieren und Einwickeln erfordert Zeit, das Glasieren bedeutet außerdem einen Kälteverlust und beim Einwickeln spielt der Preis des Pergamentpapiers eine Rolle. Bei unseren Versuchen haben wir durchweg billige Pergamentpapiersorten — das sog. Pergamin — verwendet.

Um die Lagerkosten nicht unnötig zu erhöhen, könnte man bei kleineren Fischen natürlich eine größere Anzahl zusammen einwickeln. Vielfach werden auch die hölzernen Lager- und Versandkisten innen mit Pergamentpapier ausgelegt, was sicher sehr zweckmäßig ist. Bei feineren Fischen wie Lachs, Stör, Zander u. a. spielen die Verpackungskosten kaum eine Rolle.

Wir wollen noch die Wirkung des Pergamentpapiers durch einige Zahlen dartun. Zu dem Zwecke sind in Tabelle 7 die Gewichtsveränderungen von Blaufischen, Kabeljau, Schellfischen, Makrelen, Schollen und Aalen bei verschiedenen Lagerungsbedingungen zusammengestellt.

In Tabelle 7 bedeutet die erste zum 5. 8. gehörende Zahl das Gewicht vor der Glasur, die zweite das Gewicht nach der Glasur. Ebenso bedeutet in der letzten horizontalen Reihe der Tabelle die obere Zahl die prozentuale Gewichtsveränderung, bezogen auf das Gewicht vor der Glasur, die untere Zahl — nach der Glasur.

Wir erkennen, daß das Einwickeln in Pergamentpapier bei Schollen die größten Vorteile liefert. Während die frei hängende Scholle 6 in 46 Tagen 44,4% an Gewicht verloren hatte, betrug der Verlust bei der (allerdings etwas schwereren) in Pergamentpapier eingewickelten und liegend aufbewahrten Scholle 5 in derselben Zeit nur 3,4%. Geringer, aber immer noch sehr bedeutend ist der Nutzen des Einwickelns bei Schellfischen (27,6% Verlust frei hängend, gegen 6,2% eingewickelt). Bei fetten Fischen (Makrelen und Aalen) wird der durch das Einwickeln erzielbare Gewinn am kleinsten, er tritt aber auch hier immerhin noch deutlich hervor. Als sehr wirksam erweist sich bei allen untersuchten Fischen das Einwickeln in Pergamentpapier nach erfolgter Glasur. Die Glasur verdunstet unter dem Pergamentpapier nur sehr langsam, so daß das ursprüngliche Fischgewicht im allgemeinen erst nach einer Lagerzeit von drei Monaten

Tabelle 7.

Datum	Lagerzeit in Tagen	Kabeljau			Schellfische				Schollen				Aale			
		frei-hängend K 16	glasiert frei-hängend K 14	glasiert in Perg. gew. lgd. K 15	frei-hängend S 46	glasiert frei-hängend S 49	in Pergament gew. liegend S 51	glasiert in Perg. gew. lgd. S 45	frei-hängend Sch 6	glasiert frei-hängend Sch 7	in Pergament gew. liegend Sch 5	glasiert in Perg. gew. lgd. Sch 9	frei-hängend A 11	glasiert frei-hängend A 13	in Pergament gew. liegend A 14	glasiert in Perg. gew. lgd. A 12
5. 8.	—	2918	2588	2441	410	428	421	412	171	293	207	216	334	296	394	368
			2840	2610		478		479		357		273		337		415
12. 8.	7	2855	2780	2580	392	452	418	470	156	335	205	264	319	315	389	407
2. 9.	28	2686	2594	2527	339	384	400	465	116	272	204	255	295	275	370	393
20. 9.	46	2527	2460	2490[1])	297	333	395	460	95	210	200	250	282	262	365	385
5. 10.	61	2415	2364	—	262	302	390	—	73	180	192	245	277	257	359	380
25. 10.	81	2298	2265	—	236	275	382	—	68	155	190	240	270	254	350	365
25. 11.	112	2140	—	—	200	255	—	—	62	120	—	—	—	—	—	—
Gewichtsveränderung in 46 Tagen (vom 5. 8. bis 20. 9.) in %		— 13,4	— 4,9 — 13,4	(+ 2,0) (— 4,6)	— 27,6	— 22,2 — 30,3	— 6,2	+ 11,7 — 3,9	— 44,4	— 28,3 — 41,2	— 3,4	+ 15,7 — 8,4	— 15,6	— 11,5 — 22,2	— 7,3	+ 4,6 — 7,2

und teilweise erst noch später unterschritten wird, wenn die Glasur entsprechend stark war.

Es ist von Interesse, den Gewichtsverlust während der eigentlichen Gefrierzeit von dem nach einer gewissen Lagerzeit sich einstellenden gesamten Verlust zu trennen. Wird der Fisch durch Eintauchen in eine tiefgekühlte Flüssigkeit gefroren, so ist naturgemäß die Möglichkeit einer Verdunstung während des Gefrierens vollständig unterbunden. Wird der Fisch dagegen in Luft gefroren, so muß er frei verdunsten können. Jede Umhüllung, welche die Verdunstungsgeschwindigkeit vermindern könnte, würde die ohnehin schon viel längere Gefrierzeit noch bedeutend vergrößern und somit die Ausnutzung des verfügbaren Gefrierraums verschlechtern. Es ist daher von Wichtigkeit, sich über den beim Gefrieren frei hängender Fische in Luft entstehenden unvermeidlichen Gewichtsverlust ein richtiges Bild zu machen.

Die Versuche lehrten, daß Blaufische und Kabeljau während des Gefrierens in Luft je nach der Größe 3 bis 4% verlieren. Schellfische verlieren schon in großen Exemplaren über 4%; mittlere Exemplare im Gewicht von 1 Pfund haben einen Verlust von über 5% zu verzeichnen. Der Verlust bei Makrelen ist dank der vorhandenen Fettschicht bedeutend geringer als bei Schellfischen; größere Exemplare von 1 Pfund verlieren etwa 2½%, kleinere bis zu 3½%. In bezug auf die geometrische Form sind auch hier Aale und Plattfische am ungünstigsten, bei Aalen wirkt aber die Fettschicht gewichterhaltend; vergleicht man z. B. Aale und Klieschen im Gewicht von 150 g, so findet man bei Aalen einen Gewichtsverlust von 5,3% und bei Klieschen bereits 6,5%. Bei großen Aalen im Gewicht von etwa 1½ Pfund wird man immer noch mit mindestens 4% rechnen müssen. Die angeführten Verlustzahlen bedeuten schon an und für sich einen nicht zu unterschätzenden Nachteil des Gefrierens in Luft. Da außerdem mit der Verdunstung des Wassers noch andere nachteilige Begleiterscheinungen verbunden sind (Verminderung des Geschmackswertes, schlechtes Aussehen), so trägt das Gefrieren der Fische in Luft von vornherein den Stempel der Unvollkommenheit.

[1]) Extrapoliert.

c) Weitere Veränderungen bei gefrorenen Fischen und deren Verhütung.

Parallel mit dem Gewichtsverlust der Fische beim längeren Lagern geht eine Reihe von Veränderungen vor sich, die auf die Fische außerordentlich nachteilig einwirken. Schon das Aussehen der Fische leidet durch die Austrocknung sehr bedeutend; das macht sich bereits in den ersten Tagen des Gefrierprozesses bemerkbar, sofern die Fische an der Luft gefroren werden. Es verdunstet dabei in sehr kurzer Zeit der Schleim an der Oberfläche, so daß die Fische ihren Glanz verlieren und matt erscheinen. Bei längerem Hängen und zunehmender Austrocknung wird der Fisch an der Oberfläche faltig, er schrumpft zusammen und wird bald weich und biegsam. Gleichzeitig mit dem Gewichtsverlust treten nachteilige Geschmacksveränderungen auf. Selbst wenn der Fisch beim Auftauen eine größere Menge Wasser wieder aufgenommen hat, bleibt er im Geschmack stets trocken; auch löst sich die Haut sehr schwer vom Fleisch ab.

Außer der Wasserverdunstung treten noch weitere Veränderungen im Fisch auf, die sich hauptsächlich in einem Zurückgehen des spezifischen Geschmacks und Aromas sowie bei fetten Fischen im Auftreten eines tranig-ranzigen Beigeschmacks äußern.

Diese Veränderungen sind auf die Wirkung des Luftsauerstoffs und der Feuchtigkeit zurückzuführen.

Die Eisglasur erscheint für die Erreichung eines luftdichten Abschlusses nicht sehr zuverlässig, denn einmal erhält die Glasur leicht Risse und dann kann der Sauerstoff der Luft durch die dünne Eisschicht verhältnismäßig leicht diffundieren. Wesentlich günstiger wirkt schon das Gefrieren im Eisblock, weil die schützende Eisschicht dabei viel stärker ist. Wir haben ferner versucht, die Eisglasur durch eine Paraffinglasur zu ersetzen. Ebenso gut könnte irgendein anderes Fett (z. B. Kakaobutter) verwendet werden.

Wir benutzten bei diesen Versuchen Flußfische und zwar hauptsächlich Hechte sowie einige Schleien und Aale, die sämtlich einen deutlichen spezifischen Geschmack besitzen. Außerdem wurden einige Ostseeheringe, so frisch wie sie eben erhalten werden konnten, diesen Versuchen unterworfen.

Es zeigte sich, daß man die Fische nur für ganz kurze Zeit, 2 bis 3 Sekunden, in das flüssige Paraffin einzutauchen brauchte, um eine genügend starke Glasur zu erhalten. Bei Heringen im Gewicht von 70 g betrug das Gewicht der Paraffinschicht 5 g oder rd. 7%.

Schon beim Transport vom Gefrierraum zum Lagerraum (Norddeutsche Eiswerke, Berlin) bröckelte die Paraffinschicht an mehreren Stellen, besonders an den Flossen, ab. Bei den tiefen Lagerraumtemperaturen erscheint die dünne Paraffinschicht infolge des kristallinischen Gefüges sehr spröde und unelastisch, so daß sie bereits bei leichtem Druck strahlenförmige Risse aufweist und nur bei sehr vorsichtiger Behandlung unversehrt bleibt. Damit schließt sich die Verwendung von Paraffin für den genannten Zweck praktisch aus. Für unsere Versuche, bei denen es lediglich darauf ankam, die Wirkung einer solchen Schutzschicht zu prüfen, ist die Brüchigkeit nicht von ausschlaggebender Bedeutung, da eine entsprechend vorsichtige Behandlung möglich war.

Da das Paraffin als Schutzschicht praktisch ungeeignet war, haben wir uns nach anderen Stoffen umgesehen, die den an sie zu stellenden Anforderungen besser entsprechen. Wir fanden schließlich in der »Jela«-Masse ein für den genannten Zweck brauchbares Material. Das Jela-Konservierungsverfahren wird seit einiger Zeit mit Erfolg auf Fleischdauerware angewendet; es bezweckt einerseits die Vermeidung der Austrocknung und des damit verbundenen Gewichtsverlustes, anderseits soll durch die Jela-Hülle ein vollständiger Schutz gegen den Zutritt von Luft und die Einwirkung von Schimmelpilzen, Bakterien und Insekten geschaffen werden. Mit besonderem Erfolg wurde Jela für die Konservierung von Fleischdauerware in den Tropen verwendet, wobei Lufttemperaturen bis zu 50° vorkamen.

Was die Zusammensetzung der Jela-Masse anbetrifft, so besteht sie nach Angabe der ausführenden Firma[1]) aus Leinöl, Harz, Paraffin und Karnaubawachs (einer besonderen Ceresinart). Bei der vorgeschriebenen Eintauchtemperatur von 65° erstarrte selbst bei kürzester Eintauchzeit eine verhältnismäßig dicke Schicht. Es betrug z. B. beim Hecht H 11 (391 g) das Gewicht der Jela-Glasur 45 g oder 11,5%, während bei Heringen die Paraffinglasur nur 7% ausgemacht hatte. Abb. 22 zeigt einen Hecht mit Jela-Überzug.

[1]) Die »Jela«-Masse wird von der Deutschen Konservierungsgesellschaft m. b. H., Berlin-Marienfelde, hergestellt; die Gesellschaft hat uns für unsere Versuche eine genügende Menge Jela in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Jela ist bedeutend widerstandsfähiger und dehnbarer als Paraffin, so daß Brüche und Risse erst bei viel stärkerer Beanspruchung auftreten. Jela hat aber mit Paraffin die Eigenschaft gemeinsam, daß es sich bei Bedarf leicht von den Fischen entfernen (abschälen) läßt. Die Fischhaut erleidet dabei keinerlei Schaden. Jela läßt sich vom Fisch in großen Stücken wie ein Handschuh abstreifen; es ist dazu nur erforderlich, mit einer stumpfen Schneide einen Schnitt zu machen. Die abgeschälte Masse kann wieder verwendet werden.

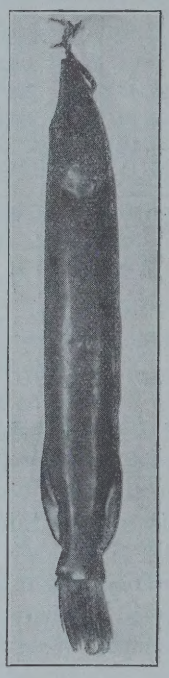


Abb. 22.

Wird die Jela-Masse vom Fisch entfernt, so zeigt derselbe selbst nach einer vorangegangenen längeren Aufbewahrung im Gefrier-Lagerraum ein vollkommen unverändertes Aussehen. Das Auge ist klar, die Hautfarbe ist in allen Abstufungen die gleiche wie beim frischen Fisch, und auch der Schleim und der Glanz sind vorhanden. Bedingung dabei ist natürlich, daß die Fische vor dem Einfrieren bzw. vor dem Eintauchen in Jela ganz frisch waren. Hechte, die bis zu sechs Wochen gefroren gelagert hatten, konnten bei diesem Verfahren nach dem Auftauen von frischen nicht unterschieden werden.

Ebenso gut war auch das Aussehen der paraffinierten Fische bis auf die Stellen, von denen sich die Paraffinschicht gelöst hatte.

Sowohl bei den mit Jela- wie auch mit Paraffin überzogenen Fischen war der Gewichtsverlust praktisch gleich Null. Es zeigte sich ferner, daß eine Umhüllung mit Jela oder Paraffin auch auf die Erhaltung des Aromas und Geschmackswertes der Fische sehr günstig einwirkt.

Zur Theorie der Berieselungskondensatoren.

Von Dr.-Ing. Martin Krause. (Schluß.)

Beispiel 4.

Die Kondensatorleistung, die Luft- und Wasserverhältnisse sollen die gleichen wie in Beispiel 1 sein. Jedoch soll die Fläche F so groß bemessen werden, daß mit einem Aufwande von nur $G_2 = 1000$ kg/st Frischwasser von 10° C eine Kondensationstemperatur von 25° C erreicht wird. Aus Gleichung 2) ergibt sich $t_m = \vartheta - \frac{Q}{F \cdot k}$. Setzt man diesen Wert in Gleichung 3) ein, so erhält man eine Gleichung für F.

Der mittlere Dunstdruck kann hier in gleicher Weise wie früher zu 10,0 mm Hg vorausbestimmt werden. Denn der Wert l ist, wenn der Kondensator einmal eine gewisse Größe überschritten hat, von der Größe unabhängig. Die Vergrößerung erfolgt nicht

durch Verlängerung der Rohre, sondern durch Anfügen weiterer Rohrebenen. Das hat aber auf die Veränderung des Dunstdruckes keinen Einfluß. Es ergibt sich dann:

$$D = 582 \cdot F \cdot 0{,}0418\,(P - 10);$$

da man weiß, daß t_m zwischen 20 und 25° C liegt, kann man $P = 1{,}31\,t_m - 8{,}9$ setzen. Dann wird

$$D = 582 \cdot F \cdot 0{,}0418\left[1{,}31\left(\vartheta - \frac{Q}{F\,k}\right) - 8{,}9 - 10\right]$$

und mit $k = 300$

$$D = 337\,F - 10632.$$

Ferner wird:

$$W = \left(25 - \frac{100000}{300 \cdot F} - 10\right) 1000$$

$$\cdot\left\{1 + \frac{1000 - G_4 - 0{,}0418 \cdot F\left[1{,}3\left(25 - \frac{100000}{300\,F}\right) - 18{,}9\right]}{2G_1 + 1000}\right\}.$$

Hier ist folgendes zu beachten:

G_1 ist eine Funktion von F. Denn die zirkulierende Menge muß so groß sein, daß die Fläche zureichend berieselt wird. Es sei $G_1 = 300F$ gesetzt. Auch G_4 ist proportional F, denn je größer die Fläche ist, um so mehr verspritzt. G_4 ist wohl bisher nie gemessen worden, so daß man für eine Annahme keinen Anhaltspunkt hat. Willkürlich sei $G_4 = 2F$ kg/st gesetzt.

Es ist also:

$$W = \left(15 - \frac{333}{F}\right) 1000$$

$$\cdot\left\{1 + \frac{1000 - 2F - 0{,}0418\,F\left[1{,}31\left(25 - \frac{333}{F}\right) - 18{,}9\right]}{2 \cdot 300 \cdot F + 1000}\right\}.$$

Man übersieht, daß dieser Ausdruck die Bilanzgleichung zu einer Gleichung dritten Grades macht, deren Lösung unbequem ist. Hat man aber aus der Erfahrung Anhaltspunkte dafür, wie groß sich etwa F ergeben wird, so kann man auf Grund folgender Überlegung die Rechnung vereinfachen. Der Ausdruck

$$\frac{1000 - 2F - 0{,}0418\,F\left[1{,}31\left(25 - \frac{333}{F}\right) - 18{,}9\right]}{600\,F + 1000}$$

ist stets kleiner als 1 und wird bei sehr großem F sehr klein. Schätzt man z. B. F auf 200 qm, so wird der Ausdruck zu 0,0041. Hätte man $F = 150$ gesetzt, so hätte man 0,0055 erhalten. Gegenüber dem Summanden 1 sind beide Werte unbeträchtlich und ihre Differenzen erst recht. Es sei daher im vorliegenden Fall der Wert des Bruches mit 0,005 eingesetzt. Es ist also:

$$W = \left(15 - \frac{333}{F}\right) 1005 = 15075 - \frac{334665}{F}.$$

(Es ist noch zu beachten, daß die Bedingung $G_2 - G_3 - G_4 \geq 0$ erfüllt sein muß. Hieraus ergibt sich eine Grenze für F. Aus

$$1000 - G_4 - 0{,}0418\,F \cdot \left[1{,}3\left(25 - \frac{333}{F}\right) - 18{,}9\right] = 0$$

folgt $F = 380$ qm. Ergibt also die Wärmebilanz einen größeren Wert für F als 380 qm für unser Beispiel, so ist die Aufgabe unlösbar, und es müssen über 1000 kg Wasser zugesetzt werden.)

Ferner ist

$$L = F\left(25 - \frac{333}{F} - 20\right) 22 = 110F - 7333$$

und schließlich

$$S = 3{,}2\,aF'\left(25 - \frac{333}{F} - 20\right) = 3{,}2\,aF'\left(5 - \frac{333}{F}\right).$$

a kann hier gleich 1 gesetzt werden. F' ist eine Funktion von F, im übrigen aber von Konstruktionseinzelheiten abhängig. Nimmt man an, daß n Rohrebenen jede von der Länge p und der Höhe q vorhanden sind, die voneinander den Abstand b haben, so ist $F' = p \cdot p + (n - 1)\,b\,(p + q)\,2$. Wenn man in einer Rohrebene von 5 m Länge und 2,5 m Höhe 20 qm Oberfläche unterbringen kann und $b = 0{,}5$ m ist, so ist $n = \frac{F}{20}$ und

$$F' = 5 \cdot 2{,}5 + \left(\frac{F}{20} - 1\right) 0{,}5 \cdot 7{,}5 \cdot 2 = 5 + 0{,}375F$$

Also ist

$$S = 3{,}2\left(5 - \frac{333}{F}\right)(5 + 0{,}375F) = 6F - \frac{5335}{F} - 310.$$

Die Wärmebilanz lautet nunmehr:

$$100000 = 337F - 10632 + 15075 - \frac{334665}{F} + 110F$$

$$- 7333 + 6F - \frac{5335}{F} - 310,$$

woraus sich $F = 231$ ergibt.

Um den Einfluß der Schale berücksichtigen zu können, muß man deren Größe abschätzen. Es sind zwölf Rohrebenen von 4 m Länge aufzustellen. Das kann in einer Schale von $7 \cdot 6{,}5 = 45$ qm Fläche erfolgen. Die Schale stehe frei, werde also auch unten von Luft umspült.

Die zirkulierende Wassermenge ist

$$G_1 = 300 \cdot 231 = \sim 70000 \text{ l/st},$$

$$t_m = \vartheta - \frac{Q}{kF} = 25 - \frac{100000}{300 \cdot 231} = 23{,}58\,^\circ\text{C}.$$

Dann ist die verdunstende Menge

$$G_3 = 231 \cdot 0{,}0418\,(21{,}9 - 10) = \sim 115 \text{ kg}.$$

Es ist ferner

$$t_u = \frac{2\,t_m\,(G_1 + G_2) - G_2\,t_2}{2\,G_1 + G_2}$$

$$= \frac{2 \cdot 23{,}58\,(70000 + 1000) - 10000}{140000 + 1000} = 23{,}68,$$

mithin $t_0 = 23{,}48$. Das Wasser hat also an allen Stellen fast die gleiche Temperatur.

Von dem Zusatzwasser kommen in der Schale an: $1000 - 2 \cdot 231 - 115 = 423$ kg. Die Bilanz für die Schale lautet demnach

$$(70000 + 423)\,(23{,}68 - t_u') = 45 \cdot 0{,}0418\,(1{,}31\,t_u' - 8{,}9 - 10) \cdot 582 + 2 \cdot 45 \cdot 22\,(t_u' - 20) + 3{,}2 \cdot 45\,(t_u' - 20).$$

Hieraus ergibt sich t_u' zu 23,60° C. Es folgt t_0' = 23,4° C. Der Einfluß der Schale ist auch hier so gering, daß er ohne weiteres vernachlässigt werden kann.

Gegen die Lösung des letzten Beispieles kann man geltend machen, daß man bei den heutigen Berieselungskondensatoren eine Temperaturdifferenz von weniger als 1,5° C nicht erreichen, also bei so schwacher Belastung ein k von 300 nicht erzielen kann. Es steht natürlich frei, von vornherein mit einer herstellbaren Temperaturdifferenz von z. B. 3° C zu rechnen und nun die Fläche für t_m = 22° C zu bestimmen.

Die Richtigkeit der Lösung des letzten Beispiels ist in hohem Maße von der Richtigkeit der Formel für die Verdunstungsgeschwindigkeit abhängig.

Die errechnete Fläche erscheint im Verhältnis zu den üblichen Ausführungen sehr groß. Das rührt vor allem daher, daß man sich in der Praxis mit etwas höheren Kondensationstemperaturen begnügt.

Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei „trockenem" und „nassem" Kompressorgang.

(Mitteilung aus dem Maschinenbaulaboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg.)

Von Dr.-Ing. W. Koeniger. (Fortsetzung.)

Abb. 23 zeigt die wirkliche Leistungsziffer in Abhängigkeit von dem Dampfzustand vor Eintritt in den Kompressor. In Abb. 23 ist ferner die Leistungsziffer

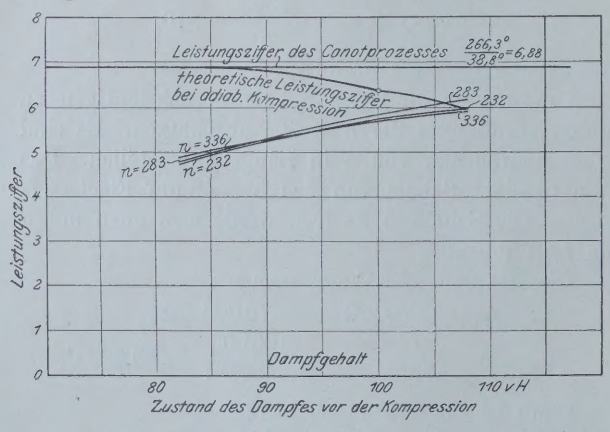


Abb. 23. Wirkliche Leistungsziffern und Leistungsziffern bei adiabatischer Kompression bei verschiedenen Ansaugezuständen.

Druck vor der Kompression: p_4 = 1,20 at abs., t_4' = − 6,7 ° C.
Druck nach der Kompression: p_5 = 5,00 at abs., t_5' = + 32,3 ° C.
Unterkühlung vor dem Regulierventil: t_8 = + 10,8 ° C.

des Prozesses mit adiabatischer Kompression und die des Carnotprozesses eingetragen. Die Leistungsziffer ist gegeben durch

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \eta_g = \frac{(i_4 - q_8)}{(i_{5ad} - i_4)} \cdot \eta_g.$$

Mit Benutzung von ε_0 und den Werten von η_g aus Abb. 13 ist ε berechnet und aufgetragen.

Die Form der ε-Kurve entspricht vollkommen der η_g-Kurve, ist somit aus der Form der λ- und φ-Kurven zu erklären, die in vorstehenden Ausführungen behandelt worden sind. Die ε-Kurven verlaufen entgegengesetzt den ε_0-Kurven für adiabatische Kompression.

Abb. 24 gibt den Arbeitsbedarf zur Kompression von 1 kg SO_2-Dampf in Abhängigkeit vom Dampfansaugezustand an. Die Berechnung geschieht dadurch, daß gesetzt wird:

$$\eta_g = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{L_{ad}}{L_i}$$

$$L_i = L_{ad} \cdot \frac{1}{\eta_g}.$$

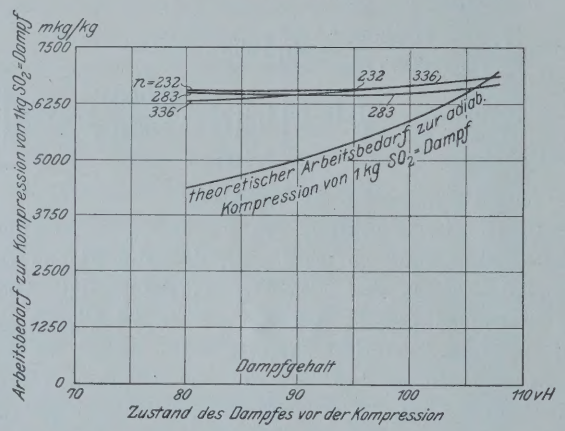


Abb. 24. Wirklicher und Arbeitsbedarf zur adiabatischen Kompression von 1 kg SO_2-Dampf bei verschiedenen Ansaugezuständen.

Druck vor der Kompression: p_4 = 1,20 at abs., t_4' = − 6,7 ° C.
Druck nach der Kompression: p_5 = 5,00 at abs., t_5' = + 32,3 ° C.

In Abb. 24 ist auch der Arbeitsbedarf bei adiabatischer Kompression L_{ad}, dessen Kurve den entgegengesetzten Verlauf wie die Leistungszifferkurve bei adiabatischer Kompression haben muß, eingetragen. Aus dieser Kurve ist dann mit Hilfe des Gütegrades der wirkliche Arbeitsbedarf L_i berechnet.

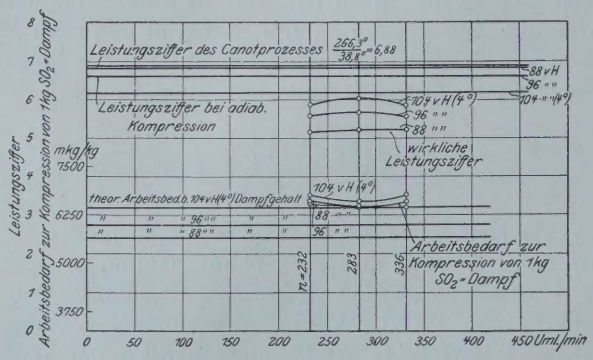


Abb. 25. Leistungsziffern und Arbeitsbedarf zur Kompression von 1 kg SO_2-Dampf bei verschiedenen Umlaufzahlen.

Druck vor der Kompression: p_4 = 1,20 at abs., t_4' = − 6,7 ° C.
Druck nach der Kompression: p_5 = 5,00 at abs., t_5' = + 32,3 ° C.

In Abb. 25 sind sodann Leistungsziffer und Arbeitsbedarf zur wirklichen Kompression von 1 kg SO_2-Dampf in Abhängigkeit von der Umlaufzahl eingetragen. Entsprechend der η_g-Kurve ergibt sich bei mittleren Umlaufzahlen ein Höchstwert der Leistungsziffer von rd. 6,0 bei 104 v. H. Überhitzung und entsprechend für dieselbe Überhitzung und Umlaufzahl ein Niedrigst-

wert des Arbeitsbedarfes. Die Abweichung des Höchstwertes der Leistungsziffer, z. B. bei 104 v. H. Überhitzung, von dem Niedrigstwerte bei den niedrigen und hohen Umlaufzahlen ist nur gering und beträgt rd. 2,5 v. H.

Die mit Hilfe von η_0, λ und φ errechneten Werte sind nun geeignet, die Wärmebilanz für die einzelnen

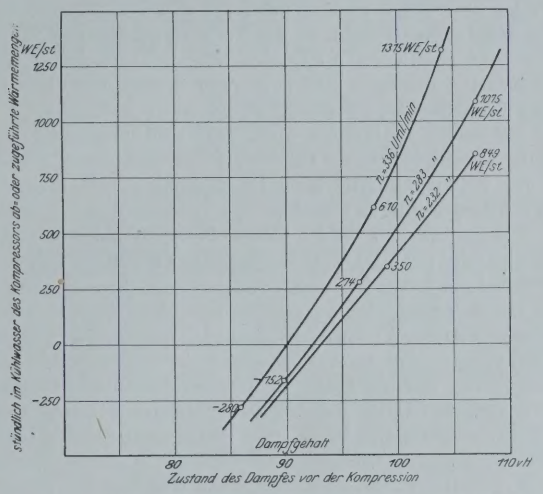


Abb. 26. **Kühlwasserwärmen des Kompressors bei verschiedenen Ansaugezuständen.**

Versuche auf die gleiche Grundlage zu bringen, so daß es möglich ist, die Wärmebilanzen unmittelbar miteinander zu vergleichen.

Zu dem Zwecke ist es nur noch erforderlich, die Wärmemengen, die vom Kühlwasser des Kompressors zu oder in dieses abgeführt werden, und die Restglieder für die Wärmebilanzen in Abhängigkeit vom Dampfzustand darzustellen. Wie aus Abb. 26—28 hervorgeht, zeigen alle diese Werte eine bestimmte Gesetzmäßigkeit für sämtliche Umlaufzahlen. Von einer bestimmten Dampffeuchtigkeit an wird durch das Kühlwasser dem arbeitenden Dampf Wärme zugeführt. Die

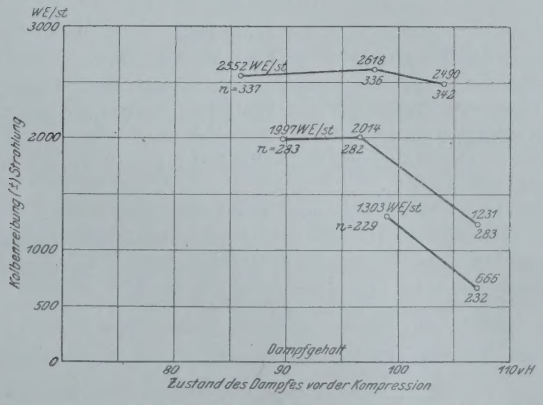


Abb. 27. **Restglieder bei verschiedenen Ansaugezuständen.**

Restglieder zeigen ebenfalls einen gesetzmäßigen Verlauf und nehmen mit der Höhe der Umlaufzahl zu. Sämtliche Restglieder sind positiv und zeigen eine zugeführte Wärmemenge an, aus Gründen, die schon früher dargelegt worden sind. Diese beiden Werte der Wärmebilanz bilden nur einen geringen Prozentsatz der gesamten zu- oder abgeführten Wärmemengen, so

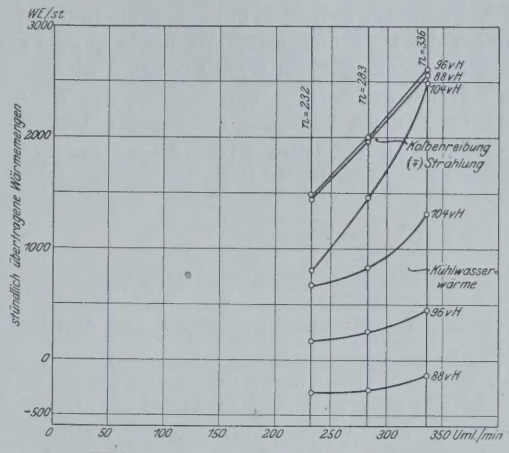


Abb. 28. **Kühlwasserwärmen und Restglieder bei verschiedenen Umlaufzahlen.**

daß es zulässig ist, sie ohne weiteres, ohne eine Reduktion, wie bei den übrigen Werten vorzunehmen, für Vergleichsversuche zu verwenden. (Forts. folgt.)

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Über die Verdampfungsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten. M. le Blanc und G. Wuppermann. Zeitschrift für physikalische Chemie, **91,** Heft 2, S. 143.

Die Verdunstungsversuche wurden bei sehr geringen Luftgeschwindigkeiten durchgeführt, deren Größenänderung auf die Verdunstungsgeschwindigkeit keinen Einfluß hatte. Der Diffusionskoeffizient erwies sich als konstant. Die Versuchsanordnung entspricht nicht den Verhältnissen beim Berieselungskondensator.

Wärmeausdehnung und Kompressibilität von Flüssigkeiten bei tiefen Temperaturen. W. Seitz, G. Lechner und H. Alterthum. Annalen der Physik, **49,** Heft 1.

Zur Thermodynamik des Wasserdampfes. Professor Dr.-Ing. R. Plank. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, **60,** Heft 10, 11.

Die üblichen technischen Zustandsgleichungen für Wasserdampf, die das spezifische Volumen in dem für die Technik wichtigen Gebiet (bis 20 Atm. und 500° C) mit einem Fehler von nur wenigen Tausendteilen zu berechnen gestatten, führen bei der Auswertung der spezifischen Wärme c_p auf Zahlenwerte, die besonders in der Nähe der Sättigung und bei höheren Drücken bedeutend von den unmittelbaren Messungsergebnissen von Knoblauch, Jakob und H. Mollier abweichen, so daß man ihre Richtigkeit anzweifeln könnte. Es wird gezeigt, daß man eine allerdings wenig bequeme Zustandsgleichung angeben kann, die sowohl die spezifischen Volumina richtig wiedergibt wie auch für die spezifische Wärme mit den Messungen übereinstimmende Werte liefert. Es liegt daher lediglich an der Unvollkommenheit der üblichen Zustandsgleichungen, wenn man aus ihnen die c_p-Werte nicht richtig erhalten kann.

Da es sehr schwierig ist, von der Zustandsgleichung ausgehend zu richtigen c_p-Werten zu gelangen, ist der umgekehrte Weg eingeschlagen worden: Als Ausgangspunkt diente das von Jakob in Tabellen- und Kurvenform angegebene System der c_p-Werte, welches durch eine passende Formel abhängig vom Druck und von der Temperatur ausgedrückt wurde. Aus dieser

Formel wird dann auf thermodynamischem Wege die zugehörige Zustandsgleichung entwickelt, die ihrerseits zu richtigen Werten für das spezifische Volumen führt.

Es läßt sich ohne weitere Schwierigkeit die Größe der Abkühlung bei der Drosselung berechnen, die in guter Übereinstimmung mit den gemessenen Werten gefunden wird.

Über die Dichte des flüssigen Wasserstoffes, den Brechungsexponenten und die Dispersion des flüssigen Wasserstoffes und des flüssigen Stickstoffes. Dr. H. Augustin. Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase, **18**, Heft 1.

Kleine Mitteilungen.

Grundsätze für das Einfrieren, Lagern und Auftauen von Rindfleisch[1]).

1. Vor dem Einbringen in den Gefrierraum müssen die nach Entfernung der inneren Organe in Viertel geteilten Rinder mindestens bis auf Lufttemperatur ausgekühlt werden. Wo Vorkühlräume vorhanden sind, ist eine weitere Vorkühlung auf etwa + 5° sehr zu empfehlen.

2. Beim Einfrieren müssen die Rinderviertel so aufgehängt werden, daß sie einander nicht berühren und von der lebhaft bewegten Luft allseitig umspült werden. Nach Abzug der Gänge kann der Gefrierraum mit 5 Hintervierteln bzw. 4 Vorderviertenl pro qm beschickt werden.

3. Die mittlere Temperatur im Gefrierraum beträgt zweckmäßigerweise — 6 bis — 8°; auf die Einhaltung eines bestimmten Feuchtigkeitsgehaltes braucht während des Gefrierens kein Wert gelegt zu werden, wenn der Gefrierraum vom Lagerraum getrennt ist. Bei den oben angeführten Temperaturen frieren Hinterviertel im Gewicht von 60 kg in längstens sieben Tagen vollständig durch. Sehr fette Viertel läßt man lieber noch einen Tag länger hängen, weil die Fettschicht eine stark isolierende Wirkung ausübt.

Bei schweren Hintervierteln wächst die Gefrierzeit für je 10% Gewichtszunahme um etwa 3%.

Die Gefrierzeit von Vorderviertein ist unter sonst gleichen Verhältnissen um etwa 25% kleiner als von Hintervierteln.

4. Das Einfrieren und Lagern der Rinderviertel kann entweder bei reiner Luftkühlung oder bei kombinierter Luft- und Röhrenkühlung erfolgen. Im letzteren Falle ist es unter Umständen notwendig, die Luftbewegung durch an der Decke angebrachte Innenventilatoren zu verstärken. Die Kühlrohrsysteme sind nach Möglichkeit über den Gängen anzuordnen und vom Reif des öfteren zu befreien. Das Herabfallen des Reifes auf das Fleisch ist zu vermeiden.

5. Das Einfrieren und Lagern soll möglichst in getrennten Räumen vorgenommen werden.

Erfordern die örtlichen Verhältnisse, daß das Einfrieren im Lagerraum vorgenommen wird, so darf die schubweise Beschickung mit frischem, einzufrierendem Fleisch nur so groß gewählt werden, daß die Temperatur im Lagerraum vorübergehend auf höchstens — 3° ansteigt. Die durchgefrorene Ware ist dabei in der Umgebung des Druckkanals, wo die Luft am kältesten und trockensten ist, zu stapeln, während das frische einzufrierende Fleisch in der Umgebung des Saugkanals aufzuhängen ist.

6. Es darf nur vollkommen durchgefrorene Ware gestapelt werden. Eine Umhüllung der Fleischstücke soll unterbleiben. Die bewegte Luft soll das Fleisch allseitig umspülen können; eine zu dichte Stapelung ist daher zu vermeiden. Zu dem gleichen Zwecke sind auf dem Fußboden des Lagerraumes ca. 10 cm hohe Holzlatten zu legen, an den Wänden genügende Zwischenräume und zwischen den einzelnen Stapeln ausreichende Gänge vorzusehen. Dieselben sind auch für die Ausübung einer ständigen Kontrolle des Fleisches unumgänglich notwendig.

Bei reiner Luftkühlung und sehr gleichmäßiger Luftverteilung können bis 500 kg Fleisch pro cbm Nettoraum gestapelt werden; bei kombinierter Kühlung empfiehlt es sich, nicht mehr wie 400 kg pro cbm zu stapeln.

Die Stapelhöhe kann 2,5 bis 3 m betragen und soll ca. 0,5 m unterhalb der mit nach unten gerichteten Öffnungen versehenen Luftkanäle enden.

7. Die Temperatur im Lagerraum soll — 8 bis — 10° betragen. Tiefere Temperaturen sind zulässig. Temperaturschwankungen sind nach Möglichkeit zu vermeiden und dementsprechend etwaige Betriebspausen gleichmäßig zu verteilen. Die günstigste relative Feuchtigkeit, gemessen mit dem Aspirationspsychrometer und bezogen auf Sättigung über Eis, beträgt bei den genannten Temperaturen 90 bis 92%.

8. Für eine dauernde Kontrolle des eingelagerten Fleisches, insbesondere auf die Bildung von Schimmelkolonien, ist Sorge zu tragen. Bei längerer Lagerung müssen auch die der Besichtigung nicht zugänglichen Viertel durch Umstapelung geprüft werden. Eine Umstapelung erscheint angebracht, wenn beginnende Schimmelbildung am Fleisch beobachtet wird. Vor der Umstapelung sind die Schimmelkolonien durch Abtragen mit dem Messer zu entfernen.

9. Die Rinderviertel sollen vor dem Auftauen nicht zerkleinert, sondern im ganzen aufgetaut werden. Etwa vorhandene Schimmelkolonien sind vor dem Auftauen durch Abreiben mit einem trockenen oder angefeuchteten Tuch oder noch besser durch Abtragen mit dem Messer zu entfernen. Um einerseits unnötigen Saftverlust durch zu schnelles Auftauen zu vermeiden und anderseits den Auftauprozeß nicht zu sehr in die Länge zu ziehen, erfolgt das Auftauen am zweckmäßigsten bei einer mittleren Temperatur von + 5 bis + 6°. Wenn in den Auftauräumen eine Temperatur- und Feuchtigkeitsregulierung möglich ist, so wird man den Auftauprozeß bei etwa 0° und 70% relativer Feuchtigkeit beginnen und die Temperatur bzw. Feuchtigkeit allmählich auf + 10 bis + 12° bzw. 90% erhöhen.

Bei den genannten Temperaturen beträgt die Auftauzeit von Hintervierteln im Gewicht von 60 kg ca. 80 Stunden und von Vorderviertein im gleichen Gewicht ca. 65 Stunden. Bei schwereren Vierteln wächst die Auftauzeit für je 10% Gewichtszunahme um ca. 3%.

Das in der vorgeschriebenen Weise aufgetaute Fleisch kann nach dem Auftauen mindestens 8 bis 10 Tage in Fleischkühlräumen bei den üblichen Temperaturen von + 2 bis + 4° und einer relativen Feuchtigkeit von 75 bis 80% aufbewahrt werden, ohne Schaden zu leiden.

[1]) Aus »Abhandlungen zur Volksernährung«, Heft 6, Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Rindfleisch, von Professor Dr. Plank und Dr. Kallert. Verlag der Zentral-Einkaufsgesellschaft m. b. H., Berlin W 8, Behrenstr. 21. 1916.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz-Ludwigshöhe.

Schriftführer: J. O. Knoke, Direktor. Adr.: Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12.

Die Geschäfte des **Schatzmeisters** führt zurzeit der Schriftführer des Vereins.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. **A. Nägel,** Dresden.

Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur **G. Cattaneo,** Berlin.

Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Naturels etc. Obmann: Kommissionsrat **A. Krüger,** Charlottenburg.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT

FÜR DIE

GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER

ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER

DR.-ING. MARTIN KRAUSE

BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON

R. OLDENBOURG

MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262.

Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:

Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).

Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).

Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).

M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.

Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang | **München, Juni 1916** | **6. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Kriegsaufgaben der Kühlhäuser. Von Professor Dr.-Ing. R. Plank, Danzig. S. 57.

Bücherbericht. S. 64.

Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen. S. 64.

Patentbericht. S. 65.

Deutscher Kälte-Verein. S. 66.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Kriegsaufgaben der Kühlhäuser.[1])

Von Professor Dr.-Ing. R. Plank, Danzig.

Der Vorstand unseres Vereins hat mich beauftragt, in der diesjährigen Hauptversammlung einen Vortrag über die Kriegstätigkeit und die Kriegsaufgaben der deutschen Kühlhäuser zu halten. Ich rechne es mir zu einer Ehre an, Ihnen heute in großen Zügen einen Überblick über die beinahe zweijährige Kriegstätigkeit der Kühlhäuser geben zu dürfen, eine Tätigkeit, die den Stempel der weitgehendsten Anpassungsfähigkeit, einer meisterhaften Schulung und eines klaren, zielbewußten Vorgehens trägt. Nachdem die durch den plötzlichen, für alle Teile unerwarteten Kriegsausbruch bedingte unstetige Übergangszeit, die eine Umwandlung unserer Kühlhäuser in Gefrierhäuser vollzogen hat, überwunden ist und sich die Kühlhaustechnik heute in einem neuen Beharrungszustand befindet, erscheint es angebracht, einen orientierenden Rückblick auf die verflossene Periode zu machen, die neu gesammelten Erfahrungen herauszuschälen und auch der Zukunft zu gedenken.

Vor dem Kriege bestand die Aufgabe unserer Kühlhäuser hauptsächlich darin, Lebensmittel aufzubewahren, die eine Lagertemperatur in der Umgebung von 0° erforderten. Die weitaus größten Flächen waren mit ausländischen Eiern belegt; daneben wurde frisches Fleisch, Pökelfleisch, Butter, Kaviar, Fisch (insbesondere Matjeshering und Salzlachs) und in geringerem Maße Obst und Gemüse gelagert. Frisches Fleisch und Pökelfleisch war in den hier zu behandelnden Kühlhäusern, im engeren Sinne des Wortes, in verhältnismäßig geringen Mengen vertreten, da hierfür in fast allen größeren und mittleren Städten spezielle Schlachthofkühlanlagen zur Verfügung standen, die ich hier nur insofern berühren will, als sie während des Krieges durch entsprechenden Ausbau ihrer Einrichtungen einen Teil der Kühlräume in Gefrierräume umgewandelt haben. Auch von der außerordentlich großen Anzahl gekühlter Lagerräume in Brauereien interessieren uns an dieser Stelle nur die wenigen, die sich für den Kriegszweck eingerichtet und in den Dienst der öffentlichen Lebensmittelversorgung gestellt haben.

In beschränkterem Umfange waren aber auch schon vor dem Kriege Gefrierräume mit Temperaturen bis etwa — 5° C vorhanden, sie dienten für das Einfrieren von Wild und Geflügel (Rehe, Hirsche, Hasen, Fasanen, Gänse). Das Wild wurde während der Jagdzeit eingelagert und während der Schonzeit dem Verbrauch nach und nach zugeführt. Frisches Fleisch wurde nur in sehr geringen Mengen, z. B. für die Verproviantierung von Schiffen, gefroren; ferner pflegten einige Schlächter im Sommer Abfälle, wie Köpfe, Schwänze und Pfoten von Schweinen zu frieren, die während der warmen Jahreszeit schlecht verkäuflich waren, im Winter aber leicht abgesetzt werden konnten.

[1]) Vortrag, gehalten in der Hauptversammlung des deutschen Kälte-Vereins am 3. Juni 1916 in Berlin.

Die unter 0° gehaltenen Räume dienten ferner zur Einlagerung der von außerhalb in gefrorenem Zustand eingebrachten Ware. So wurden z. B. schon vor dem Kriege im Kühlhaus Zentrum in Hamburg 1650 Rinderviertel, 33000 Hämmel und ca. 400000 Kaninchen in gefrorenem Zustand eingelagert. Die Hämmel blieben etwa zehn Monate, die Kaninchen bis zu zwei Jahren im Kühlhaus. Es sei ferner daran erinnert, daß im Jahre 1913 im Auftrage des Bremer Staates ein besonderes Importgefrierhaus für australische Hämmel in Bremerhaven errichtet wurde.

Nicht unerwähnt dürften auch die Gefrieranlagen unserer Festungen bleiben, in denen schon seit Jahren größere Fleischpartien dem Gefrierprozeß unterworfen wurden. Von den hier gemachten Erfahrungen ist aber naturgemäß nichts in die Öffentlichkeit gedrungen.

Wenn also auch vor dem Kriege hier und da Versuche mit Gefrierfleisch in kleinem Umfange gemacht worden sind, so standen doch alle Kühlhäuser vor einer vollkommen neuen Aufgabe, als bald nach Kriegsausbruch sehr große Mengen einheimischen und ausländischen Fleisches gefroren und auf Monate hinaus genußfähig und vollwertig erhalten werden mußten. Bei Rind- und Hammelfleisch konnte man sich wenigstens zum Teil auf Erfahrungen, die in anderen Ländern gemacht waren, stützen. Das Gefrieren von Schweinefleisch, welches gleich in großem Maßstabe einsetzte, war aber eine ganz neue Aufgabe.

Wir können heute sagen, daß es den deutschen Kühlhäusern gelungen ist, sich den geänderten Verhältnissen voll und ganz anzupassen. Wer es weiß, welche Summe von Erfahrungen erforderlich ist, um die verschiedenen Lebensmittel bei der Kaltlagerung bestmöglich zu erhalten, der wird auch in der Lage sein, die Anpassungsfähigkeit unserer Kühlhäuser voll zu würdigen. Jede Ware erfordert eine individuelle Behandlung nicht nur hinsichtlich der Luftverhältnisse in den Lagerräumen, sondern bei jeder vorzunehmenden Handhabung vom Einbringen in das Kühlhaus bis zur Zuführung an den Verbraucher.

Als nun das Fleisch bald nach Kriegsausbruch in großen Mengen den Kühlhäusern zum Gefrieren zugeführt wurde, war die Aufgabe gerade dadurch besonders erschwert, daß Gefrierräume für tiefe Temperaturen im Handumdrehen geschaffen werden mußten. Das konnte nicht etwa einfach dadurch erreicht werden, daß man mit Hilfe der vorhandenen Reservemaschinen die Kälteleistung der Anlage steigerte und bei tieferen Verdampfungstemperaturen arbeitete. Denn neben den neu hinzukommenden Gefrierräumen sollte ja ein Teil der Räume auch weiterhin bei Temperaturen über oder doch in der Nähe von 0° verbleiben, da auch andere Lebensmittel neben dem Gefrierfleisch der Kältekonservierung bedurften. In der Kältemaschinenanlage mußte also eine Trennung in zwei Aggregate vorgenommen werden, von denen das eine nach wie vor mit einer Verdampfungstemperatur von —10 bis —15° arbeitete, während das andere auf —20 bis —25° herunter reguliert wurde. Das Verhältnis der Kühl- und Gefrierräume blieb natürlich nicht konstant, sondern schwankte in weiten Grenzen, und diesen Schwankungen mußte sich der Betrieb dauernd anpassen. Als weitere Schwierigkeit ergab sich die Notwendigkeit, die Luftkühlerschlangen der Gefrierräume häufig abzutauen, da während der verhältnismäßig kurzen Gefrierzeit viel Wasser aus dem Fleisch verdunstet (1,5 bis 2% des Fleischgewichtes) und sich außerdem durch das Einbringen des Fleisches und den Aufenthalt der Arbeiter bedeutende zusätzliche Wassermengen auf den Kühlrohren niederschlagen. Es mußten daher für die Luftkühler Abtauvorrichtungen ersonnen werden, die möglichst rasch und mit den geringsten Kälteverlusten ihren Zweck erfüllen. Das Abtauen durch indirekten Dampf mit Hilfe von Heizkörpern, die zur Regelung der Luftfeuchtigkeit hinter die Kühlschlangen geschaltet werden, hat sich als zu langsam wirkend erwiesen. Aber auch das unmittelbare Einblasen von Dampf unter die Schlangen ist gefährlich, weil es schwer gelingt, die Gefrierräume vom Luftkühler so abzudichten, daß kein Dunst in die Räume eindringt und sich auf dem Fleisch niederschlägt. Als sehr praktisch hat sich eine Wasserberieselung der Schlangen herausgestellt, für welche das vom Kondensator abfließende erwärmte Wasser benutzt werden kann. Dieses Abtauverfahren wurde meines Wissens zuerst von Herrn Ludwig Hirsch vorgeschlagen.

Da die Einfuhr von Eiern, die hauptsächlich aus Rußland zu uns kamen, nach Kriegsausbruch vollständig unterbunden war, so mußten vor allem die früheren Eierräume nach entsprechender Verstärkung der Kühleinrichtungen nutzbar verwertet werden. Sie konnten aber den Bedarf bei weitem nicht decken, so daß auch Räume, in denen früher frisches Fleisch, Butter u. a. gelagert worden war, schleunigst in Gefrierräume verwandelt werden mußten. Viele Kühlhäuser sahen sich veranlaßt, ihre Räumlichkeiten durch Schaffung neuer Gefriergelegenheiten zu erweitern. Solche Erweiterungsbauten wurden insbesondere im Anschluß an bestehende Schlachthofkühlanlagen in verschiedenen Städten, z. B. Breslau, Chemnitz, Essen, Gelsenkirchen, Elberfeld, Osnabrück, Mannheim, Karlsruhe u. a. errichtet. Auch einige Brauereien versahen ihre Kühlräume mit zusätzlichen Einrichtungen, die sie für die Lagerung von Fleisch, Eiern und Butter geeignet erscheinen ließen. Aber auch die hierdurch geschaffenen Flächen reichten immer noch nicht aus, und so sehen wir im Kriege eine Reihe neuer Kühlhäuser entstehen, die zum größten Teil für die Aufnahme von Gefrierfleisch bestimmt waren. Ich nenne hier das Kühlhaus der Eiswerke Hohenschönhausen, das Kühlhaus von Freundlich in Düsseldorf, das Kühlhaus der Kristalleisfabrik in Charlottenburg und das städtische Kühlhaus in Neukölln. Von diesen Kühlhäusern ist besonders dasjenige in Hohenschönhausen eine ausgesprochene Kriegsschöpfung; sein Bau wurde von der

Zentral-Einkaufs-Gesellschaft in Berlin begünstigt und in wenigen Wochen fertiggestellt. Das vierstöckige Kühlhaus besitzt eine Grundfläche von 4250 qm und kann über 4 Mill. kg Fleisch aufnehmen. Ein näheres Eingehen auf die technischen Einrichtungen möchte ich mir mit dem Hinweis darauf ersparen, daß ich denjenigen Teilnehmern an der Hauptversammlung, die das Kühlhaus noch nicht kennen, eine Besichtigung desselben warm empfehlen möchte[1]).

Um Ihnen ein Bild von dem heutigen Stande der Gefriertechnik zu geben, möchte ich einige Zahlen anführen, die allerdings nicht den Anspruch erheben, vollständig zu sein. Die Zahlen stützen sich auf die Angaben, die mir von 35 deutschen Kühlhäusern in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt wurden. Ich betone ausdrücklich, daß es sich hierbei nur um öffentliche Kühlhäuser handelt, und daß auch alle Schlachthofkühlräume, die nur zur Aufnahme von frischem Fleisch dienen, ausgenommen sind.

In den 35 Kühlhäusern stehen uns 110000 qm zur Verfügung, von denen 77000 qm, also 70%, als Gefrierräume und die restlichen 33000 qm nur als Kühlräume verwendet werden können. Vor dem Kriege waren es höchstens 10% der Räume, die für Gefrierzwecke geeignet waren. Von den 110000 qm Gesamtfläche entfallen auf Hamburg 29300 qm und auf Berlin 24700 qm. Von den 77000 qm Gefrierräume sind rund 50000 qm mit gefrorenem Rind-, Schweine- und Hammelfleisch belegt. Der Rest der Gefrierräume wird für Wild, Geflügel, Butter u. a. verwendet. Die Kühlräume dienen meist zur Aufnahme von Eiern, die allerdings seit Kriegsausbruch nur einen Bruchteil der früher erforderlichen Fläche für sich beanspruchen.

Es wurden bisher im ganzen ca. 55 Mill. kg Fleisch gefroren. Davon entfallen 66% auf Rindfleisch, 27% auf Schweinefleisch und 7% auf Hammelfleisch. Der weitaus größte Teil wurde von der Zentral-Einkaufs-Gesellschaft in Berlin durch Vermittlung des Herrn Generalkonsul Henoch gefroren. In den mitgeteilten Zahlen sind jedoch diejenigen Mengen nicht enthalten, die von den Proviantämtern in den militärfiskalischen Gefrieranlagen gefroren wurden; über diese Mengen können keine Mitteilungen gemacht werden.

Das eingefrorene Fleisch blieb in der Regel in den Lagerräumen viele Monate, zum Teil über ein Jahr liegen, so daß wir jetzt durchaus in der Lage sind, zu beurteilen, mit welchem Erfolg das Gefrierverfahren angewendet wurde. Alle bisherigen Ergebnisse zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Erfolg ein unerwartet großer war. Das sehr erfreuliche Gesamtergebnis kann auch durch einige vorgekommene Mißerfolge nicht getrübt werden, da sie nur einen sehr geringen Prozentsatz der gesamten dem Gefrierprozeß unterworfenen Fleischmengen treffen. Diese vereinzelten Mißerfolge beweisen eher, daß es sich in der Tat um eine schwierige Aufgabe gehandelt hat, die nur bei sorgfältiger Beachtung aller einschlägigen Momente mit Erfolg gelöst werden konnte.

Fragen wir uns nun, welche neuen Gesichtspunkte die bisherigen zweijährigen Erfahrungen eröffnet haben, so ergeben sich nicht unwesentliche Abweichungen von den althergebrachten Ansichten. Wir wollen in erster Linie die Frage beantworten, welche Luftverhältnisse in den Gefrier- und Lagerräumen für das Fleisch am zuträglichsten sind. In den Grundsätzen, die der Deutsche Kälte-Verein im vorigen Sommer herausgegeben hat, wurde für die Gefrierräume eine Temperatur von — 6 bis — 8° und für die Lagerräume eine Temperatur von nur — 4 bis — 6° empfohlen. In den Vorbesprechungen, die zur Festlegung dieser Normen führten, hatte ich Gelegenheit, die Ansicht zum Ausdruck zu bringen, daß ich die für die Lagerräume vorgeschlagenen Temperaturen für zu hoch halte, und daß für die beabsichtigte Dauerlagerung ein sicherer Erfolg nur bei Einhaltung tieferer Temperaturen zu erreichen sein wird. Trotzdem wurde in den herausgegebenen Grundsätzen die höhere Temperatur von — 4 bis — 6° beibehalten mit der Begründung, daß die überwiegende Anzahl der Kühlhäuser nicht in der Lage wäre, tiefere Temperaturen dauernd einzuhalten, und daß man durch zu scharfe Vorschriften die Kühlhäuser vor eine unlösbare Aufgabe stellen würde. Ich bin heute in der angenehmen Lage, Ihnen zu eröffnen, daß unsere Kühlhäuser dieser schonenden Behandlung nicht bedurft haben und sich über die ihnen wohlwollend gesteckten Grenzwerte mit einer Eleganz hinweggesetzt haben, welche das beste Zeugnis für ihre Leistungs- und Anpassungsfähigkeit ausstellt. Ein instinktiver Selbsterhaltungstrieb hat den Kühlhäusern den richtigen Weg gewiesen, der auf der Seite der tieferen Temperaturen lag. Nur diesem Umstande ist es zu verdanken, daß wir heute von einem schönen, fast lückenlosen Erfolg sprechen können. Die vereinzelten Mißerfolge, von denen ich vorhin sprach, sind, sofern sie nicht durch falsche Behandlung des Fleisches vor dem Einfrieren bedingt wurden, auf die Nichteinhaltung genügend tiefer Temperaturen zurückzuführen.

Auf meine Anfrage, welche Lagertemperatur von den einzelnen Kühlhäusern als die günstigste erachtet wird, erhielt ich 30 Antworten, die im Mittel die Temperatur von — 8° ergeben. Ich bemerke jedoch, daß sich aus den bei mir allwöchentlich einlaufenden Registrierstreifen sowie auf Grund der von der Darlehnskasse ausgeübten Kontrolle ergibt, daß die tatsächlich in den Lagerräumen eingehaltenen Temperaturen im Mittel — 9 bis — 10° betragen haben, also noch um 1 bis 2° tiefer waren, als es die Kühlhausverwaltungen selbst für erforderlich hielten.

Es hat sich gezeigt, daß die Einhaltung tieferer Temperaturen sowohl die Schimmelbildung auf dem Fleisch erschwert, wie auch den Gewichtsverlust in engeren Grenzen zu halten gestattet. Diesen Vor-

[1]) Eine Beschreibung des Kühlhauses in Hohenschönhausen wird in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden. Die Schriftleitung.

teilen, die dem Besitzer des Fleisches zugute kommen, steht scheinbar für den Kühlhauseigentümer der Nachteil gegenüber, daß er bei tieferen Temperaturen mehr Energie abgeben muß. Es muß jedoch dabei bedacht werden, daß der Kältebedarf der Lagerräume an sich nicht hoch ist; die tiefere Temperatur bietet auch dem Kühlhauseigentümer direkte Vorteile, die in einer Vereinfachung des Betriebes bestehen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß man bei tiefen Temperaturen auf die scharfe Einhaltung anderer Bedingungen weniger zu achten braucht: es kann z. B. die relative Feuchtigkeit unbedenklich höhere Werte erreichen, und die starke Luftbewegung, die zur Vermeidung von Schimmelansatz bei höherer Temperatur erforderlich ist, kann entsprechend abgeschwächt werden; dieser letzte Umstand ergibt eine Ersparnis an Ventilatorarbeit und wirkt zugleich gewichterhaltend.

Da keine genügende Anzahl Räume mit reiner Luftkühlung vorhanden war, so mußte das gefrorene Fleisch vielfach in Räumen mit kombinierter Kühlung und entsprechend geringerem Luftwechsel untergebracht werden; ja es wurden ausnahmsweise selbst Räume mit nur stiller Kühlung herangezogen, und es zeigte sich, daß das Fleisch auch unter diesen scheinbar ungünstigen Bedingungen monatelang in gutem Zustande verblieb, wenn nur dauernd eine genügend tiefe Temperatur von — 10 bis — 12° gehalten wurde. Als Beispiel möchte ich hier das kleine Kühlhaus der Gebrüder Kauffmann in Eßlingen anführen. Auch das Vorbild der amerikanischen Kühlhäuser, in denen man nur selten Luftkühler, dagegen stets sehr tiefe Temperaturen vorfindet, bestätigt die Richtigkeit obiger Ausführungen. Am deutlichsten treten jedoch die Vorteile der tieferen Temperaturen bei Betriebsunterbrechungen auf, sei es, daß sie dem normalen Betriebsgang entsprechen (z. B. Nachtpausen, Abtauperioden der Luftkühler) oder durch Betriebsstörungen hervorgerufen sind. In allen Fällen kommt die in tiefgekühltem Fleisch aufgespeicherte Kälte zugute.

Auch über den Grad der relativen Feuchtigkeit in Lagerräumen für gefrorenes Fleisch bestanden früher manche irrige Ansichten. Man glaubte vielfach, daß in diesen Lagerräumen die gleiche relative Feuchtigkeit einzuhalten ist wie in Kühlräumen für frisches Fleisch, also etwa 75 bis 80%. Eine Klärung dieser Verhältnisse war nur nach eingehender Prüfung der angewendeten Meßmethoden möglich. Die Messung der relativen Feuchtigkeit bei Temperaturen unter 0° erfordert die größte Sorgfalt, da man andernfalls alle gewünschten Werte herausberechnen kann. Ich habe auf diese Schwierigkeiten an anderer Stelle hingewiesen[1]) und möchte hier nochmals betonen, daß man sich für diese Zwecke nur des Aspirationspsychrometers bedienen darf, das selbsttätig eine Luftgeschwindigkeit von 2 m/Sek. an der Quecksilberkugel des feuchten Thermometers einstellt, und daß man, wenn sich an der Thermometerhülle Eis gebildet hat, sowohl für die Temperatur des trockenen wie auch des feuchten Thermometers mit den zugehörigen Dampfspannungen über Eis rechnen muß. In den zurzeit benutzten Lagerräumen für Gefrierfleisch werden seit einem Jahr laufende Präzisionsmessungen der relativen Feuchtigkeit vorgenommen, aus denen sich ergeben hat, daß man nur in den seltensten Fällen eine relative Feuchtigkeit von weniger als 90% feststellen kann. Fast durchweg ergeben sich Werte von 90% und noch etwas darüber, ohne daß das Fleisch dadurch bei den erwähnten Temperaturen von — 8 bis — 10° Schaden leidet. Die hohe relative Feuchtigkeit vermindert ihrerseits bedeutend die Austrocknung des Fleisches. Es muß nur vermieden werden, daß die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt wird, weil dann eine Eiskondensation auf dem Gefrierfleisch erfolgt, die nachteilige Wirkungen hervorruft: einerseits begünstigt sie die Schimmelbildung, und anderseits zeigt es sich, daß die längere Berührung des gefrorenen Fleisches mit Eis eine bräunliche Verfärbung der Fleischoberfläche nach sich zieht, deren Ursache noch nicht geklärt ist, die aber jedenfalls die betroffenen Fleischpartien unansehnlich macht.

Wir können also zusammenfassend für die Luftbeschaffenheit in Gefrierfleischlagerräumen den Grundsatz aufstellen:

Tiefe Temperaturen bei hohen relativen Feuchtigkeiten, jedoch stets unterhalb der Sättigung[1]).

Von großer Bedeutung ist die Frage der Dauer der Aufbewahrungsmöglichkeit des gefrorenen Fleisches. Man hört selbst von Fachleuten vielfach die Ansicht, daß gefrorenes und sachgemäß behandeltes Fleisch eine unbegrenzte Haltbarkeit besitzt. Ich möchte diese Behauptung nicht unterschreiben. Schon die im Laufe der Lagerzeit stetig zunehmende Austrocknung bedeutet eine langsame Wertverminderung des Fleisches; abgesehen von dem Gewichtsverlust schrumpft das Fleisch an der Oberfläche zusammen und wird unansehnlich; auch der Geschmack der stark ausgetrockneten oberflächlichen Partien läßt viel zu wünschen übrig, wenn auch der Nährwert natürlich unverändert erhalten bleibt. An dem dunklen trocknen Rand erkennt man am leichtesten das »Gefrierfleisch«. Kurzum, mit zunehmender Lagerzeit entfernen wir uns immer mehr von dem Ideal, im Gefrierfleisch einen vollwertigen Ersatz für frisches Fleisch liefern zu können. Neben der Austrocknung wirken auch noch die Veränderungen im Fett nachteilig: Das Fett erfährt unter dem Einfluß der Luftfeuchtigkeit und des Luftsauerstoffes selbst bei Gefriertemperaturen eine langsame hydrolytische Spaltung und anschließende Oxydation der Spaltungsprodukte, die einen ranzigen Ge-

[1]) Diese Zeitschrift 1916, Heft 3.

[1]) Plank und Kallert, Abhandlungen zur Volksernährung, herausgegeben von der Zentral-Einkaufsgesellschaft, Heft 1: Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Schweinefleisch, und Heft 6: Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Rindfleisch.

schmack verursachen. Ganz besonders empfindlich ist in dieser Beziehung das Schweinefett, so daß es sich kaum empfiehlt, gefrorenes Schweinefleisch länger als etwa 9 Monate aufzubewahren. Rind- und Hammelfleisch können dagegen bis zu einem Jahre und unter Umständen noch etwas länger aufbewahrt werden.

Gehen wir jetzt zu den eigentlichen Gefrierräumen über, so ist auch da eine Tendenz in der Richtung der tieferen Temperaturen unverkennbar. In den Grundsätzen des Deutschen Kälte-Vereins waren — 6 bis — 8° empfohlen, wobei jedoch tiefere Temperaturen zugelassen wurden. Die von 30 Kühlhäusern erhaltenen Äußerungen, betreffend die günstigste Temperatur in den Gefrierräumen ergeben bereits einen Mittelwert von — 10°. Das möglichst vorgekühlte Fleisch soll also verhältnismäßig schnell gefroren werden. Es wurde früher vielfach die Ansicht geäußert, daß ein zu schnelles Gefrieren die Gewebe schädigen könne und daß man daher den Erstarrungsprozeß langsam zu führen hätte. Neuere Forschungen[1]) haben jedoch ergeben, daß diese Bedenken nicht stichhaltig sind. Es zeigte sich im Gegenteil, daß die Muskelfasern beim Gefrieren am wenigsten verändert werden, wenn der Gefrierprozeß möglichst schnell durchgeführt wird. Bei sehr schnellem Gefrieren verbleibt das Wasser innerhalb der Muskelfaser, und man erhält eine feinkörnige Struktur, bei welcher sich die Verteilung des Wassers im Muskel gegenüber frischem Fleisch nur wenig geändert hat. Je langsamer der Gefrierprozeß geführt wird, um so vollständiger ist die Trennung des Wassers von der kolloidalen Muskelsubstanz, und um so grobkörniger wird das Gefüge. Das Wasser tritt aus den Muskelfasern heraus, ergießt sich in die Bindegewebsräume und erstarrt daselbst zu großen, mit dem bloßen Auge sichtbaren Eiskristallen. Das histologische Bild erscheint dadurch vollkommen verändert.

Um die Verteilung des Wassers innerhalb der Muskelfaser beim Gefrieren nach Möglichkeit beizubehalten, muß man allerdings eine sehr hohe Gefriergeschwindigkeit anwenden, wie sie beim Gefrieren in Luft wegen der geringen Wärmeübertragungsfähigkeit der gasförmigen Körper nicht erreicht werden kann. Hierzu ist es vielmehr erforderlich, die zu gefrierenden Körper direkt in eine tiefgekühlte, bewegte Flüssigkeit, z. B. eine Salzlösung, zu tauchen. Die Gefriergeschwindigkeit läßt sich dabei je nach der Dicke des eingetauchten Körpers um das 10- bis 20-fache gegenüber dem Gefrieren in Luft steigern. Das Gefrieren in tiefgekühlten Salzlösungen ist in neuerer Zeit besonders durch die Arbeiten von Ottesen in Kopenhagen entwickelt und weiter ausgebildet worden. Insbesondere hat Ottesen angegeben, wie man durch passende Wahl von Temperatur und Konzentration der Salzlösung jede osmotische Wechselwirkung, also jedes Eindringen von Salz aus der Lösung in die zu gefrierende Ware vermeiden kann.

Ich hatte Gelegenheit, zahlreiche Versuche nach der Ottesenschen Gefriermethode sowohl mit Fischen wie auch mit Warmblüterfleisch durchzuführen und mich von den Vorzügen dieses Verfahrens zu überzeugen. Die Vorzüge liegen beim Fleisch nicht zum mindesten darin, daß man jede Vorsichtsmaßregel beim Auftauen fallen lassen kann, denn eine Muskelfaser, die beim Gefrieren keine oder fast keine Veränderungen erlitten hat, braucht beim Auftauen keine Zeit zur Wiederherstellung. Ich habe mich wiederholt davon überzeugt, daß sehr schnell gefrorenes Fleisch bei raschem Auftauen im warmen Zimmer selbst bei zahlreichen Schnittflächen so gut wie gar keinen Saft verliert, während Stücke, die langsam in Luft gefroren waren, bei gleicher Behandlung in ihrem Safte schwammen.

Wenn ich bei dieser Betrachtung von meinem eigentlichen Thema etwas abgewichen bin, so geschah das aus dem Grunde, weil ich nicht nur die Aufgaben besprechen wollte, die den Kühlhäusern unmittelbar durch den Krieg zugefallen sind, sondern auch die möglichen zukünftigen Umgestaltungen ins Auge fassen wollte, auf die wir infolge der während des Krieges gesammelten Erfahrungen und der in unserem inneren und äußeren Wirtschaftsleben eingetretenen Veränderungen hingewiesen werden.

Die Gefriertechnik wird zweifellos auch nach dem Kriege eine größere Rolle spielen, und da ist es angebracht, daß sich unsere Kühlhäuser mit der Frage befassen, ob unsere Gefriermethoden wirklich schon an dem Gipfel der Vollkommenheit angelangt sind. Ich persönlich bin der Ansicht, daß die Zukunft unserer Gefriertechnik auf dem Gebiete des sehr raschen Gefrierens liegt, weil die Vorzüge dieser Methode klar vor Augen liegen und sich die noch vorhandenen technischen Schwierigkeiten sicher bewältigen lassen werden. Es wäre jedenfalls warm zu begrüßen, wenn unsere Kühlhäuser, unterstützt von der Kältemaschinenindustrie, versuchen würden, diese Methode aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Die Vorzüge, die sich dabei bieten, will ich nur kurz nennen: Bewältigung großer Mengen auf einer kleinen Grundfläche und in kurzer Zeit, Vermeidung eines jeglichen Gewichtsverlustes während der Gefrierperiode, Erstarrung der Gewebe in natürlicher molekularer Anordnung, so daß sich das histologische Bild nur wenig von demjenigen frischen Fleisches unterscheidet, und im Zusammenhang damit der Fortfall aller Vorsichtsmaßregeln beim Auftauen, die eine Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes bezwecken.

Bei dem langsam in Luft gefrorenen Fleisch empfiehlt es sich immer, den Auftauprozeß nicht zu schnell durchzuführen, um den kolloidalen Eiweißstoffen Zeit zu lassen, das beim Gefrieren ausgeschiedene Wasser wieder aufzunehmen. Man hat bei uns dem vorsichtigen Auftauen von vornherein große Aufmerksamkeit

[1]) Plank, Ehrenbaum und Reuter, Abhandlungen zur Volksernährung, Heft 5, Über die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren.

geschenkt, und es ist über dieses Thema viel disputiert und geschrieben worden. Es ist nur natürlich, daß man alle Mittel anwenden wollte, um das wertvollste Nahrungsmittel vor dem Verderben zu schützen, und infolgedessen war eine etwas übertriebene Vorsicht sicher mehr am Platze, als ein leichtfertiges Hinwegsetzen und Ableugnen aller Schwierigkeiten. Nachdem nun heute die verschiedenen Auftaumethoden in großem Maßstabe durchprobiert und reiche Erfahrungen in verschiedenen Betrieben gesammelt sind, können wir uns dazu bekennen, daß das Gefrierfleisch beim Auftauen erfreulicherweise keiner ganz so komplizierten Behandlung bedarf, wie man früher angenommen hat. Insbesondere ist die Furcht vor der Bildung eines Niederschlages aus der Luft nicht begründet, wenn es sich nicht gerade um eine bakterienreiche, mit schädlichen Keimen durchsetzte Luft handelt, wie sie z. B. in Räumen vorkommt, in denen viel Menschen verkehren (öffentliche Verkaufslokale). Damit fällt auch die Notwendigkeit spezieller Auftauräume mit regulierbaren Heiz- und Kühlvorrichtungen fort, und es genügt, das Auftauen in kühlen, luftigen Räumen vorzunehmen, die bei einer Temperatur von etwa $+4$ bis $+6^0$ gehalten werden. Ein langsames Auftauen bleibt aber bei dem in Luft gefrorenen Fleisch unter allen Umständen ratsam, wenn man größere Verluste an wertvollem Fleischsaft vermeiden und eine längere Haltbarkeit nach dem Auftauen erzielen will.

Am besten und wirtschaftlichsten erfolgt das Auftauen in den in fast jedem Schlachthof vorhandenen Kühlräumen für frisches Fleisch, weil man dabei die beim Einfrieren verbrauchte Kältemenge wieder zurückgewinnen kann. Die Verwendung der Schlachthofkühlräume zum Auftauen von Gefrierfleisch ist meines Wissens zuerst von Herrn Cattaneo in seinem im vorigen Frühjahr vor dem Berliner Kälte-Verein gehaltenen Vortrag empfohlen worden. Zur Klärung der Vorgänge beim Auftauen großer Fleischmengen haben ferner die objektiven laufenden Beobachtungen von Direktor Lucas in Leipzig und Direktor Weber in Lübeck sehr viel beigetragen.

Von größtem allgemeinen Interesse ist die Frage, wie sich die Fleischversorgung unseres Volkes nach dem Kriege gestalten wird. Es ist zweifellos anzunehmen, daß mit Eintritt des Friedens die Fleischknappheit nicht mit einem Schlage behoben sein wird. Es wird vielmehr eine längere Zeit verstreichen, bis unsere Viehbestände ergänzt und auf die frühere Höhe gebracht sein werden. Das deutet darauf hin, daß wir nach dem Kriege zunächst auf eine starke Einfuhr aus den überseeischen viehreichen Ländern angewiesen sein werden. Mit Rücksicht auf die großen Entfernungen und im Hinblick auf eine gute Ausnutzung der Schiffsladeräume wird diese Einfuhr des Fleisches, nach entsprechender Milderung der geltenden fleischbeschaulichen Vorschriften, nur in gefrorenem Zustand erfolgen können, und unseren Kühlhäusern wird die Aufgabe zufallen, dieses gefrorene Fleisch für kürzere oder längere Zeit in genußfähigem Zustand zu erhalten. Das setzt voraus, daß das Fleisch den Kühlhäusern in gutem Zustand übermittelt wird; die Hauptgefahr besteht darin, daß das Fleisch auf dem Transport vom Schiff ins Kühlhaus infolge unsachgemäßer Behandlung aufzutauen beginnt und daß hiernach Zersetzungserscheinungen auftreten, die zwar beim Wiedergefrieren in ihrer Weiterentwicklung gehemmt werden, aber auf keine Weise wieder rückgängig gemacht werden können. Dieser Gefahr kann nur durch Schaffung geeigneter Landtransportmittel (gut isolierter Kühlwagen) begegnet werden, auf die ich am Schluß meines Vortrages zurückkommen werde.

Es besteht ferner die Möglichkeit, den durch die Fleischknappheit verursachten Ernährungsdefizit durch reichliche Zufuhr anderer eiweißhaltiger Produkte zu decken. Hierbei muß in erster Linie an eine erhöhte Zufuhr von Seefischen gedacht werden. Die auf die deutschen Märkte gelangenden Fischmengen werden sich aber nur dann bedeutend steigern lassen, wenn sich die deutsche Hochseefischerei nicht auf die angrenzenden Gebiete der Nord- und Ostsee beschränkt, sondern auch die entlegenen Fanggründe an der norwegischen Küste, in der Umgebung von Island und vielleicht auch an den schier unerschöpflichen Neufundlandsbänken aufsucht. Das sind die Gebiete, aus denen billige Seefische in großen Massen herangeschafft werden können. Es sind dabei aber große Entfernungen von unseren Hafenplätzen zu überwinden, so daß die Fische nicht in genügend frischem Zustand zu uns gelangen würden, wenn man sie nur, wie sonst üblich, in zerkleinertes Eis legen würde. Hier bietet das Gefrierverfahren das erfolgreichste Mittel für die Konservierung, wenn man sich nicht auf das Salzen und Trocknen beschränken will. Unseren Kühlhäusern wird die Aufgabe zufallen, die gefrorenen Fische sachgemäß aufzubewahren, um sie zu Zeiten geringerer Zufuhr wieder dem Verbrauch zu übergeben. Auch hierbei tritt uns eine Fülle neuer Aufgaben entgegen; es fragt sich, ob sich alle Fische gleich gut für das Gefrieren eignen, welche Gefriermethode die größten Vorteile verspricht, wie die Aufbewahrung der gefrorenen Ware am zweckmäßigsten erfolgt und wie lange die Fische auf diese Weise konserviert werden können. Es ist sehr zu begrüßen, daß wir veranlaßt werden, uns schon jetzt ernstlich mit diesen Fragen zu befassen, und daß die Zentral-Einkaufs-Gesellschaft in großzügiger Weise Untersuchungen in die Wege geleitet hat, die zur Lösung dieser Fragen beitragen sollen. Es ist mir ein Bedürfnis, auch an dieser Stelle zu betonen, daß diese Versuchsarbeiten in engster Fühlung mit den großen Hamburger Kühlhäusern durchgeführt wurden, die den Untersuchungen viel Verständnis entgegenbrachten und sie tatkräftig förderten.

Ich kann meinen Vortrag, der der Behandlung von Lebensmitteln durch Kälte während der Kriegszeit gewidmet ist, nicht schließen, ohne ein Wort über die Fortschritte zu sagen, die auch auf dem Gebiete der

Kältetransporte in dieser Zeit gemacht wurden. Eine rationelle Gestaltung der Kältetransporte ist auch für die Entwicklung der Kühlhäuser von größter Bedeutung, denn wir wissen nur zu gut, daß einzig und allein solche Waren zur Konservierung im Kühl- bzw. Gefrierraum berechtigt sind, die in tadellos frischem Zustand eingebracht werden. Bei der Heranschaffung von Lebensmitteln aus entlegenen Produktionsgebieten liegt aber besonders in der warmen Jahreszeit die Gefahr nahe, daß die Ware schon auf dem Transport einen bleibenden Schaden erleidet.

Betrachten wir nun den Stand unserer Kühlwagen vor dem Kriege, so ergibt sich ein recht unbefriedigendes Bild. Nach einem Bericht, den Herr Stetefeld dem II. internationalen Kältekongreß in Wien überreicht hat, waren im Jahre 1910 im Deutschen Reich nur 421 Kühlwagen vorhanden, von denen sich mehr als ein Drittel in privatem Besitz befand. Die Unzulänglichkeit dieser Zustände tritt deutlich zutage, wenn man vergleichsweise anführt, daß zur selben Zeit den Vereinigten Staaten über 60000 Kühlwagen zur Verfügung standen. Nun sind allerdings die nordamerikanischen Verhältnisse nicht ohne weiteres mit den unsrigen zu vergleichen, denn wir finden bei uns weder die örtlich konzentrierte Massenproduktion noch die großen Entfernungen, die für Nordamerika charakteristisch sind. Aber selbst für unseren viel bescheideneren Bedarf an diesem Beförderungsmittel reichten die vorhandenen Kühlwagen schon im Frieden keinesfalls aus. Im Kriege wurde die Lage besonders schwierig, weil ein großer Teil des Kühlwagenbestandes der Staatsbahn für Lazarettzüge reserviert werden mußte.

Die Einfuhr von frischem Fleisch und anderen Lebensmitteln sowie der Transport des in den Kühlhäusern gefrorenen Fleisches zu den Verbrauchsorten machten es zur gebieterischen Notwendigkeit, unseren Bestand an geeigneten Spezialwagen zu vergrößern. Da neue Wagen in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nicht gebaut werden konnten, so wurden im vorigen Jahr durch die Zentral-Einkaufs-Gesellschaft zunächst 64 im Betriebe befindliche gedeckte Güterwagen sorgfältig isoliert und mit Eisbehältern und Aufhängevorrichtungen versehen. Des weiteren wurden 17 bei den Linke-Hofmann-Werken in Breslau im Bau befindliche Güterwagen mit ähnlichen Einrichtungen ausgestattet und außerdem fünf Wagen besonders stark isoliert, um für den Transport von gestapeltem Gefrierfleisch auf größere Entfernungen zu dienen. Diese letzten fünf Wagen besitzen weder Eisbehälter noch Aufhängevorrichtungen.

Es ist auch heute noch vielfach üblich, die für den Transport von Gefrierfleisch bestimmten Wagen mit Eis zu beschicken. Diese Maßnahme ist selbstverständlich ganz zwecklos, denn die Temperatur des Gefrierfleisches liegt ja viel tiefer als die Temperatur des Eises, welche sich gewöhnlich gerade auf dem Schmelzpunkt befindet. Die Eisfüllung hat also zur Folge, daß das Gefrierfleisch zunächst einen Teil seiner Kälte abgeben muß, um das Eis herunterzukühlen. Da außerdem die Schmelztemperatur des Gefrierfleisches um 1 bis 2° tiefer liegt als die vom reinen Eis, so wird sich durch die Eisfüllung der Auftauprozeß niemals verzögern lassen. Das Vorurteil, Gefrierfleischwagen mit Eis zu beschicken, ist aber so tief eingewurzelt, daß es selbst durch schlagende Beweise nicht umgestoßen werden kann. So sind vor kurzem auf der Strecke von Dresden nach Wien Vergleichsversuche mit dem Transport von Gefrierfleisch mit und ohne Eis gemacht worden, die zu dem Ergebnis geführt haben, daß das Fleisch in beiden Fällen in gleich gutem Zustand, und zwar noch fest gefroren, in Wien ankam. Trotzdem wurden die weiteren Transporte, wie es heißt »sicherheitswegen«, mit Eisfüllung auf den Weg gebracht. Die Eisfüllung ist nur in einem Falle am Platze, wenn nämlich die Transportzeit eine so lange ist, daß das Fleisch unterwegs auftauen muß; in diesem Falle sind aber die ganzen Transportbedingungen grundsätzlich verschieden, da das Gefrierfleisch dann im Wagen auch nicht gestapelt werden darf, sondern wie frisches Fleisch zu behandeln ist; so große Entfernungen kommen aber bei uns kaum in Frage. Die Eisfüllung kann also beim gestapelten Gefrierfleisch stets unterbleiben, dagegen ist auf eine gute Isolierung der Wagen der größte Wert zu legen. Sowohl für die Transporte von Gefrierfleisch wie auch von anderen Lebensmitteln ist eine gute Vorkühlung der Wagen mit Eis, die etwa 24 Stunden vor dem Verladen beginnen sollte, von großem Nutzen. Diese Vorkühlung wird heute, wo die Zeitverhältnisse es irgendwie gestatten, auch stets angewendet.

Im laufenden Jahr wurde der Bau von Spezialwagen fortgesetzt. Es wurden zunächst durch das Eisenbahn-Zentralamt 50 Wagen fertiggestellt, die höheren Ansprüchen gerecht werden und die sowohl für den Transport von frischem Fleisch, Butter und ähnlichen Produkten wie auch für die Beförderung von Gefrierfleisch geeignet sind; die Wagen sind dementsprechend stark isoliert und mit Eisbehältern versehen. Die für frisches Fleisch erforderliche Frischluftzufuhr ist so eingerichtet, daß die Luft durch eine regulierbare Klappe eintritt und zunächst durch den Eisbehälter durchgesaugt wird, um vorgekühlt und getrocknet zu werden. Die erwärmte und verbrauchte Luft wird durch drei Wendler-Sauger an der Decke abgeführt. Bei der Beförderung von Gefrierfleisch muß jede Wärmezufuhr von außen unterbleiben. Die Lufteintrittsöffnungen werden daher durch dicht schließende Ventile abgesperrt, die Austrittsöffnungen an der Decke werden verschlossen und die Eisbehälter bleiben leer. Diese leeren Eisbehälter verringern nur scheinbar den verfügbaren Laderaum; da das Gefrierfleisch gestapelt werden kann, so wird auch auf der nach Abzug der Eisbehälter verbleibenden Grundfläche die zulässige Höchstbelastung des Wagens erreicht.

In jüngster Zeit wurden schließlich noch weitere 170 Wagen für den Transport von frischem Fleisch und

Butter hergerichtet. Diese letzten Wagen sind weniger vollkommen isoliert, so daß sie sich für den Transport von Gefrierfleisch nur auf geringere Entfernungen eignen.

Es sind somit bisher 306 Spezialwagen für den Transport leicht verderblicher Waren hinzugekommen, so daß sich der Bestand der Staatsbahnen an diesen Wagen mindestens verdoppelt hat.

Meine Herren, ich bin am Schluß meiner Ausführungen. Unsere Kühlhäuser sind durch den Krieg um manche Erfahrung reicher geworden, und es haben sich ihnen neue Entwicklungsmöglichkeiten eröffnet. Wir wollen wünschen, daß diese Weiterentwicklung nicht gehemmt wird, denn wir haben es in diesem Krieg einsehen müssen, von welch unschätzbarem Wert eine hochentwickelte Kühlhaustechnik ist, die allen an sie herantretenden Anforderungen gerecht zu werden vermag. Wir dürfen ohne weiteres die Behauptung aufstellen, daß sich unsere Ernährungsverhältnisse im Kriege noch weit schwieriger gestaltet hätten, wenn wir nicht auf die erfolgreiche Unterstützung unserer Kühlhäuser hätten rechnen dürfen. Nicht nur für unser Land, sondern auch für das mit uns verbündete Österreich-Ungarn, welches bisher noch nicht über eine so hoch entwickelte Kühlhaustechnik verfügte, haben unsere Kühlhäuser Hervorragendes geleistet. Welch hohe Bedeutung diesem Umstand bei unseren Verbündeten beigemessen wird, können wir am besten daraus ersehen, daß zurzeit an zahlreichen Plätzen Österreich-Ungarns neue Kühlhausbauten errichtet werden bzw. geplant sind. Ich möchte hier nur das große Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien nennen, welches nach vollständigem Ausbau eine belegbare Grundfläche von 13000 qm besitzen und damit zu den größten Kühlhäusern Europas zu rechnen sein wird.[1])

Trotzdem sich die praktische Kühlhaustechnik in Deutschland auf ansehnlicher Höhe befindet, dürfen wir doch nicht aufhören, an der Vervollkommnung unserer Kaltlagerungsmethoden weiter zu arbeiten. Das bezieht sich ganz besonders auf solche Warengattungen, für welche sich die Aufbewahrung durch Kälte bisher nicht den ihr gebührenden Platz zu erfechten vermochte; es braucht dabei nur an das umfangreiche Gebiet der Konservierung von frischem Obst und Gemüse gedacht zu werden. Ich möchte hier den Wunsch aussprechen, daß die Kühlhäuser diesem Gebiet in Zukunft eine größere Beachtung zuwenden; das Vorbild der Vereinigten Staaten lehrt uns, daß bei richtiger Behandlung des Obstes, die allerdings nur durch systematische, wissenschaftliche Untersuchungen erforscht werden kann, unübersehbare wirtschaftliche Vorteile erreicht werden können.

Und so schließe ich mit dem Wunsche, daß der Kühlhaustechnik immer neue Wege eröffnet werden, und daß Deutschland auch auf diesem Gebiete führend und bahnbrechend auftreten möge.

[1]) Vgl. Goldemund, »Das neue Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien«, Zeitschrift des österr. Architekten- und Ingenieurvereins, 1916, Heft 21 u. 22.

Bücherbericht.

(Besprechung vorbehalten.)

Alle hier erwähnten und besprochenen Schriften sind zu beziehen durch die Buchhandlung R. Oldenbourg, München, Glückstr. 10.

Der Indikator und das Indikatordiagramm. Ein Lehr- und Handbuch für den praktischen Gebrauch. Von Oberingenieur Dipl.-Ing. W. Wilke, Dozent an der Technischen Hochschule in Hannover. Leipzig. Verlag von Otto Spamer. Preis geh. M. 6, geb. M. 7,50.

Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren. Im Auftrage der Zentral-Einkaufsgesellschaft ausgeführte Untersuchungen. I. Teil. Vergleichende Untersuchungen verschiedener Gefrierverfahren von Professor Dr.-Ing. R. Plank und Professor Dr. E. Ehrenbaum. II. Teil. Über die histologischen und geschmacksphysiologischen Veränderungen gefrorener Fische von Dr. med. Karl Reuter. Abhandlungen zur Volksernährung, herausgegeben von der Zentral-Einkaufsgesellschaft m. b. H. Heft 5. Verlag der Zentral-Einkaufsgesellschaft m. b. H. Berlin. 248 Seiten. Preis geh. M. 3,50.

Der die Kältetechniker besonders interessierende Teil der Abhandlung wird gegenwärtig in dieser Zeitschrift in seinen wesentlichen Punkten wiedergegeben. Es erübrigt sich demnach, auf den Inhalt des Buches hier näher einzugehen. Es sei nur hervorgehoben, daß alle irgend in Frage kommenden Gesichtspunkte eingehend berücksichtigt und wichtige neue Ergebnisse erzielt worden sind, die für die Weiterentwicklung der Fischgefrierindustrie von erheblicher Bedeutung sein werden. Die Darstellung ist übersichtlich und leicht verständlich und wird durch ausgiebige Verwendung graphischer Darstellungen unterstützt. Besonders glücklich erscheinen die theoretischen Ausführungen über das Ottesensche Verfahren, dessen Wesen für Fernerstehende schwer zu verstehen ist und das auch recht oft mißverstanden worden ist.

Die von den Verfassern geleistete Arbeit ist nur durch den Krieg ermöglicht worden, im Frieden wäre sie nicht zustande gekommen. Denn nur der Krieg hat zu der umfassenden Organisation der Zentral-Einkaufsgesellschaft gezwungen, die der Allgemeinheit dient, ohne erhebliche eigene wirtschaftliche Interessen zu haben. Glücklicherweise sind die Leiter dieser Organisation weitsichtig genug, Untersuchungen zu fördern, die über die Bedürfnisse des Krieges hinaus der Gesamtheit nutzen, und die durch die augenblicklich in die Hände der Gesellschaft gelegten Machtmittel ermöglicht wurden. Vielleicht läßt sich etwas von dieser großzügigen Gesinnung in die Friedenszeit hinüberretten. Die bisherigen Arbeiten der Z. E. G. auf dem Gebiet des Kühlhauswesens haben gezeigt, daß noch manche ungelöste Aufgabe vorliegt, die zu bearbeiten sich wohl lohnt. Sie haben auch gezeigt, daß man wichtige Ergebnisse erzielen kann, wenn man ohne wirtschaftliche Voreingenommenheit an die Aufgabe herantritt. Die Arbeiten bilden gleichzeitig den Nachweis der Notwendigkeit einer starken Friedensorganisation der Kälteindustrie, welche die Tätigkeit der Z. E. G. in der angegebenen Richtung fortsetzt, wenn sich diese nach Friedensschluß auflöst. Die deutsche Kälte-Industrie ist den Verfassern sowie der Z. E. G. zu großem Danke verpflichtet. Krause.

Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen.

Die Norddeutschen Eiswerke in Berlin erzielten im Jahre 1915 ein Roherträgnis von M. 1118266 (i. V. 1005514); davon stammten M. 602399 (625576) aus Eisgeschäft und Pachten sowie M. 403474 (256936) aus dem Kühlhaus. Nach dem Geschäftsbericht war das Kühlhaus das ganze Jahr hindurch befriedigend belegt, während das Eisgeschäft in Berlin durch den

Krieg ungünstig beeinflußt war und einen Minderumsatz von 180000 Ztr. gegen das Vorjahr ergab. Die Ausgaben für Löhne und Gehälter sind gegen das Vorjahr von M. 482524 auf M. 326303 zurückgegangen, während die Handlungs- und Betriebsunkosten, Steuern und Versicherungsausgaben — hauptsächlich infolge Steigerung der Preise für Kohlen und sonstige Rohmaterialien — von M. 116677 auf M. 209762 stiegen, worin aber diesmal die im Vorjahre besonders ausgewiesenen Reparaturausgaben (i. V. M. 44222) enthalten sind. Von den sonstigen Ausgaben stellten sich die für Furage auf M. 99808 (89726), die für Zinsen auf M. 163099 (146776), eine Mehrausgabe, die sich daraus erklärt, daß in 1915 die Verzinsung für die in Raten zahlbaren Schuldbeträge aus dem Neubau voll (i. V. nur zur Hälfte) zu zahlen war. Die ordentlichen Abschreibungen sind von M. 103776 auf M. 184388 erhöht worden. Danach verbleibt ein Überschuß von M. 113220 (i. V. 2011). Davon werden M. 5661 dem Reservefonds zugeführt, 3% Dividende gleich M. 68916 zur Ausschüttung vorgeschlagen, M. 8604 Tantieme an Vorstand und Beamte gezahlt und M. 30039 auf neue Rechnung vorgetragen. — Aus dem Buchgewinn, der sich aus der Zusammenlegung des Aktienkapitals sowie aus Zuzahlungen in Höhe von M. 1120694 ergab, werden M. 337033 für außerordentliche Abschreibungen verwendet, M. 783660 werden in einem außerordentlichen Reservefonds gelegt. In der Bilanz erscheinen der Betrieb in der Köpenicker Straße einschl. der Neuanlage mit M. 4098941 (4491830), Grundstücke und Gebäuse in Rummelsburg und Köpenick mit M. 1770000 (1776075), in Plötzensee mit M. 585000 (595861), die Anlagen in Hannover mit M. 160800 (234841). Bestände sind mit M. 39500 (48325) ausgewiesen, Debitoren einschl. M. 129508 (80038), Bankguthaben mit M. 201856 (135783). Kreditoren haben M. 612943 (745791) zu zahlen; darunter befinden sich M. 425974 (538254) für den Neubau, die in Raten zu zahlen sind. Akzepte (i. V. M. 24000) sind diesmal nicht mehr ausgewiesen. Über die Aussichten schreibt die Verwaltung: »Die Eispreise sind für das Jahr 1916 von den in der Groß-Berliner Kunsteis-Gesellschaft m. b. H. vereinigten Kunsteisfabriken erhöht und den bestehenden Verhältnissen angepaßt worden. Wir erhoffen, wenn auch die Betriebskosten gestiegen sind, eine weitere befriedigende Entwicklung unseres Unternehmens.«

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente. Anmeldungen.

17a. 12. Sch. 47968. Wilhelm Schäfer, Dirmingen, Bez. Trier. Oberflächenkondensator für Kältemaschinen. 16. 11. 14.

17b. 5. B. 81006. Dipl.-Ing. Heinrich Bogner, Straßburg i. Els., Molsheimerstr. 23. Vorrichtung zum Reinigen von Kühlrohren an Oberflächenkondensatoren; Zus. z. Pat. 262785. 2. 2. 16.

17e, 1. K. 60106. Kanalsystem mit in neben- und übereinander befindlichen Reihen angeordneten, stufenartigen Kanälen zur Kühlung oder Klärung von Flüssigkeiten. Dr. Fülöp Katona, Budapest; Vertr.: Dr. B. Alexander-Katz, Pat.-Anw., Berlin SW. 48. 29. 12. 14. Ungarn 3. 1. 14.

17g, 1. D. 31720. Selbsttätige, stufenweise Niederschlags-Abführung bei mehrstufiger Gasverdichtung. Dinglersche Maschinenfabrik-A.-G., Zweibrücken, Rheinpf. 19. 4. 15.

42i. 17. P. 32018. Fa. C. H. Prött, Rheydt. Kalorimeter zur Bestimmung der Wärmemengen in der Luft. 3. 12. 13.

42i. 17. Sch. 48441. Arthur Schulze, Dresden, Dohnaerstr. 29. Wärmemengenmesser für Warmwasserheizungen; Zus. z. Anm. Sch. 46665. 20. 3. 15.

47f, 21. G. 43124. Verfahren und Vorrichtung zum gasdichten Verschließen metallischer Leitungen. Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, A.-G., Höllriegelskreth b. München. 30. 7. 15.

Erteilungen.

17a, 2. 291937. Kältemaschinen, deren Kompressorzylinder im Verflüssigungsraum des Kondensators liegt. Horst-Automatische Kältemaschinen-G. m. b. H., Hamburg. 14. 9. 12. H. 59011.

17g, 1. 291751. Entspannungsmaschine zur Verflüssigung und Trennung von Gasen. Rudolf Mewes, Berlin, Pritzwalkerstr. 8. 29. 10. 12. M. 49424.

42i. 17. 293180. Otto Kolb, Karlsruhe i. B., Südendstr. 7. Wärmemengenmesser für Flüssigkeiten. 19. 6. 14. K. 59241.

Löschungen.

17a. 130647. 17b. 251582, 280327. 17d. 248050, 274540.

Gebrauchsmuster. (Eintragungen.)

17b. 645859. Vorrichtung zum Füllen der Gefrierzelle von Eismaschinen. Georg Mergler, Memmingen, Bayern. 11. 9. 15. M. 54073.

17f. 645152. Als Heizkessel, Heizkörper oder Kühlkörper verwendbare Rohrreihen. Hermann Liebscher, Hamburg, Beim Strohhause 43. 18. 3. 16. L. 37652.

Auszüge aus den Patentschriften.

17a. 285027. Kocher für Absorptionskältemaschinen. Adalbert Zellner in München.

Patentansprüche:

1. Kocher für Absorptionskältemaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß im Kocherkessel *A* ein doppelwandiger Heizmantel *B* und in dessen Innenraum die Rohrschlangen des Temperaturwechslers *C* so angeordnet sind, daß die von unten

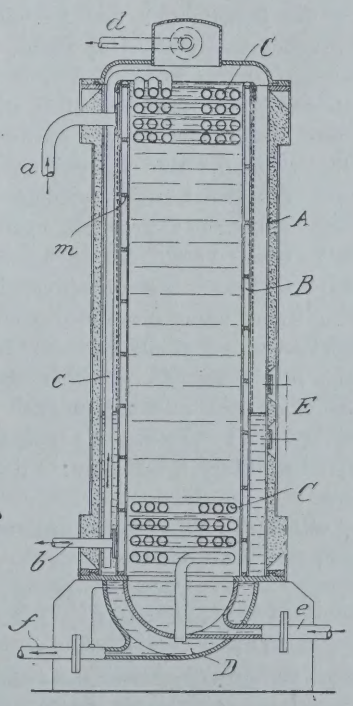


Abb. 29.

eingeführte reiche Lösung beim Hochsteigen die Rohrschlangen des Temperaturwechslers umspült und längs des Heizmantels *B* innen und nach dem Überfließen und Herabrieseln nochmals außen auf dem Heizmantel *B* erwärmt wird.

2. Kocher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizmantel unten am Boden so abgedichtet ist, daß die sich außen sammelnde arme Lösung von der innen befindlichen reichen Lösung vollkommen getrennt ist.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz Ludwigshöhe.
Schriftführer: A. Kaufmann, Oberingenieur. Adr.: Berlin NW. 23, Brückenallee 11.
Schatzmeister: E. Brandt, Direktor. Adr.: Berlin NW. 5, Rathenower-Str. 53.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. **R. Plank,** Danzig.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur **G. Cattaneo,** Berlin.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Direktor **A. Lucas,** Leipzig A.

Hauptversammlung

am 3. Juni 1916 in Berlin, Vereinshaus deutscher Ingenieure.

I. Teil, 10 Uhr vormittags.

Anwesend mehr als 50 Mitglieder.

1. Der Vorsitzende, Herr Geheimrat Professor Dr. C. v. Linde, eröffnet die Versammlung um 10 Uhr 15 Min. mit einer Begrüßung der Anwesenden. Er weist darauf hin, daß man auf der Hauptversammlung 1914 Düsseldorf als Versammlungsort gewählt habe; die Ausführung wäre aber unmöglich geworden, schon aus dem Grunde, weil sich Herr Oberingenieur Hirsch, der sich zur Übernahme der Vorarbeiten erboten hatte, im Heeresdienst befand. Er begrüßt auch ganz besonders diejenigen unserer Mitglieder, welche im Dienste des Vaterlandes dessen Grenzen heldenhaft schützen. Des weiteren berührt er dann den Ursprung unseres Vereins, der ja bekanntlich im Anschluß an die Begründung der Association Internationale du Froid entstand. Das Band, welches die Bestrebungen auf unserem Gebiete in verschiedenen Ländern miteinander verknüpfen sollte, ist durch Ereignisse zerrissen worden, aber wir werden dies nicht allzu lebhaft bedauern. Wir werden unseren Verein fortführen und uns der Lösung derjenigen Aufgaben widmen, welche vorliegen und welche uns die Zukunft stellen wird. In einem Verein, der nur einmal im Jahre zusammenkommt, könne man gesellige Beziehungen unter den Mitgliedern kaum pflegen, diese müßten vielmehr in Bezirksvereinen üblich werden. Einen erfreulichen Anfang bildet hier der Berliner Bezirksverein; er möchte glauben, daß es wohl möglich sein werde, weitere derartige lokale Vereine zu begründen, so etwa in München, in Frankfurt, Wiesbaden, in Köln, Barmen-Elberfeld usw.

Hierauf erteilt der Vorsitzende dem Schriftführer, Herrn Knoke, das Wort zu Punkt

2. Bericht über die Tätigkeit und Entwickelung des Vereins.

Herr Knoke berichtet zunächst über den Mitgliederbestand. Am 1. Januar 1914 gehörten dem Verein an 4 außerordentliche und 193 ordentliche Mitglieder; es schieden aus 13 ordentliche Mitglieder, 15 traten neu hinzu, so daß der Stand am 1. Januar 1915 war: 4 außerordentliche und 195 ordentliche Mitglieder. Während des Jahres 1915 schieden aus: 1 außerordentliches Mitglied und 3 ordentliche Mitglieder, dagegen traten 11 ordentliche Mitglieder bei, so daß am 1. Januar 1916 ein Bestand von 3 außerordentlichen und 203 ordentlichen Mitgliedern zu verzeichnen ist.

Für das Jahr 1915 war bekanntlich in Rücksicht auf die Kriegslage die Abhaltung der Hauptversammlung zunächst bis zum Herbst verschoben worden; zufolge Rundfrage bei den Mitgliedern wurde die Abhaltung dieser Versammlung ganz aufgegeben. Die wesentlichste Tätigkeit innerhalb des Vereins hat die Arbeitsabteilung III aufzuweisen; ich darf hier erinnern an die Arbeiten, betreffend Mietsverträge für Kühlräume und Mietsstempel.

Der Krieg schien zunächst hemmend auf die Tätigkeit des Vereins einwirken zu wollen, doch zeigte sich bald, daß er in der Lage sei, an den großen Aufgaben unserer Zeit, wenn auch in bescheidenem Maße, mitzuwirken.

Im Frühjahr 1915 trat die Frage auf, ob der hohe Schweinebestand die Kartoffelvorräte bedrohe. Es wurde an ein verstärktes Abschlachten der Schweine gedacht, und es mußte nun festgestellt werden, welche Kühlräume für die geschlachteten Schweine zur Verfügung stünden, bzw. wie sie zu vermehren seien; in dieser Frage hat der Verein intensiv mitgearbeitet, wie aus dem noch zu erstattenden Bericht der Abteilung II hervorgeht. In Verbindung hiermit wurde ein Merkblatt über die Einlagerungsbedingungen aufgestellt und herausgegeben, und Herr Cattaneo hielt bei Gelegenheit einer vom Reichsamt des Innern einberufenen Versammlung der Oberbürgermeister Deutschlands einen erörternden Vortrag über »Technik des Einfrierens von Schweinen und ihre Nutzbarmachung während des jetzigen Krieges«.

Der Vorstand hat weiterhin, einer Anregung des im Felde stehenden Herrn Oberingenieurs Hirsch (Düsseldorf) folgend, die Adressen von 21 im Felde stehenden Kälteingenieuren ermittelt und diese Liste dem Preußisch-Kriegsministerium übermittelt, weil im Felde häufig rasch Kühlanlagen erstellt werden müssen und es dann an sachverständiger Beratung fehlt. Das Kriegsministerium teilte dankend mit, daß man diese Liste dem Generalintendanten des Feldheeres im Großen Hauptquartier weiter zugestellt habe.

Ferner ergab sich Gelegenheit, der Handelskammer zu Berlin bei der Bestimmung von Sachverständigen für die Kälteindustrie behilflich zu sein.

Zufolge der verfrühten Beschlagnahme von Schwefel und Schwefelverbindungen wandte sich die Kriegschemikalien-A.-G. an den Verein, um eine Begutachtung der Anträge auf Freigabe von schwefliger Säure für den Betrieb von Kühlmaschinen zu erlangen. Die Sache wurde so organisiert, daß die Anträge zunächst

direkt an Herrn Knoke gehen und alsdann nach Begutachtung der Kriegschemikalien-A.-G. zur Erledigung zugestellt werden.

Im Oktober 1915 traf eine Kommission von österreichischen Kälteinteressenten hier ein, welche eine Studienreise nach Deutschland unternahmen, um die hiesigen Verhältnisse bezüglich der Fleischeinlagerung kennen zu lernen. Die Kommission hat sich auch in Berlin umgesehen, wurde vom Magistrat empfangen und traf abends im Verein der Österreicher hier mit einer Anzahl unserer Mitglieder zusammen.

Da das Wort hierzu nicht gewünscht, geht der Vorsitzende über zu Punkt 3 der Tagesordnung über und erteilt Herrn Professor Dr. Plank das Wort zu seinem Vortrage: Kriegsaufgaben der Kühlhäuser. Der Vortrag ist im vorliegenden Heft, S. 57 u. folg., abgedruckt.

Die Versammlung dankt dem Vortragenden mit lebhaftem Beifall für seine interessanten Ausführungen. Der Vorsitzende meint, die große Bedeutung des Vortrages scheine ihm darin zu liegen, daß eine weitgehende Klärung über wichtige Punkte des Kühlhausbetriebes der Arbeit des Vortragenden zu danken sei. Bisher stand die Verwendung der Kälte im Kühlhausbetriebe durchaus auf empirischer Grundlage, und ein jeder verwertete seine Erfahrungen nur für sich selbst. Der Vortragende habe die Aufgabe nach wissenschaftlicher Methode angefaßt, und hiermit sei sie auf eine breitere Basis gestellt worden; so habe er der Kühlhaustechnik einen großen Dienst erwiesen.

Bei Aufstellung des Programms für die Hauptversammlung habe der Vorstand zwei Vorträge ins Auge gefaßt, den eben gehörten Vortrag und einen zweiten über die Aufgaben, welche die Technik der tiefen Temperaturen in diesem Kriege zu lösen gehabt habe. Es habe sich aber leider ergeben, daß für den zweiten Vortrag Schwierigkeiten auftraten, weil die Behörden Bedenken äußerten, und so mußte von diesem Vortrage abgesehen werden. Aber wenigstens einige Andeutungen in dieser Richtung möchte der Vorsitzende machen.

Schon vor bald 20 Jahren habe der Vorsitzende Sprengkörper dadurch hergestellt, daß er brennbare Substanzen mit flüssiger Luft mischte. Die Brauchbarkeit dieser Sprengkörper wurde schon 1899, insbesondere am Simplon, nachgewiesen. Es ergab sich aber die Schwierigkeit, daß der Zustand der Patrone, die in flüssige Luft eingetaucht wurde, sich fortlaufend bis zur Entzündung änderte, weil ja die Luft eben verdampfte. Besonders bei engen Bohrlöchern trat diese Schwierigkeit auf, weil hier das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen ungünstig war. Unter dem Drucke anderer Aufgaben wurde die Angelegenheit nicht weiter verfolgt. Vor einigen Jahren nun wurde sie von anderer Seite als neue Erfindung aufgenommen. Diese Neuheit sollte darin bestehen, daß die Patrone in das Bohrloch eingesetzt und alsdann mit flüssiger Luft gefüllt werden sollte. Dies hatte man von Anfang an versucht, war jedoch davon abgekommen, wie dies inzwischen auch bei der neuen Erfindung geschehen ist. Jetzt im Kriege änderten sich die Verhältnisse, und das »Oxyliquit«, wie es der Vorsitzende genannt hatte, kam wieder zu Ehren, denn die Bergwerke standen einem ihren Betrieb bedrohenden Mangel an Sprengstoffen gegenüber. Die Sachlage war außerdem günstiger geworden, weil man ja nicht mehr nur flüssige Luft, sondern seit 1902 auch reinen flüssigen Sauerstoff zur Verfügung hatte. So ist es sehr viel leichter, im Augenblick der Zündung noch die chemisch erforderliche Menge an Sauerstoff zu haben. Besonders in schlesischen Bergwerken steht heute das Oxyliquit in großer Anwendung, aber auch in rheinischen Bergwerken ist es eingeführt, wobei allerdings die Gefahr der Schlagwetter durch geeignete Zusätze zu vermeiden ist.

Auch die chemische Industrie konnte die Technik der tiefen Temperaturen sehr günstig benutzen. Salpeter und Ammonsulfat konnten nicht mehr eingeführt werden, und es erschien als eine Aufgabe ersten Ranges, Ersatz durch andere Stickstoffverbindungen zu schaffen. Man hat hier drei verschiedene Wege eingeschlagen. Eine große süddeutsche Fabrik erzeugt Ammoniak synthetisch nach dem Haberschen Verfahren. Ein zweites Verfahren ist die Herstellung von Kalkstickstoff nach Frank und Caro; gearbeitet wurde nach diesem Verfahren in Südbayern und am Rhein schon vor dem Kriege. Kalziumkarbid wird in Retorten erhitzt und zugeführter Stickstoff begierig aufgenommen. Nunmehr wurden drei neue, große Kalkstickstoffanlagen errichtet. Der gesamte für beide Verfahren erforderliche Stickstoff wird zurzeit aus flüssiger Luft gewonnen. Ein drittes Verfahren beruht auf der Oxydation des atmosphärischen Stickstoffs bei hohen Temperaturen im elektrischen Ofen. Zu dieser Erhitzung der Luft werden sehr große Energiemengen verbraucht und doch nur wenige Prozente als Ausbeute gewonnen. Drei große Anlagen sind nunmehr in Deutschland in Errichtung begriffen, welche dieses Verfahren unter Zuführung von Sauerstoff anwenden, wodurch die Ausbeute erhöht wird.

Eine weitere Verwendung findet der aus flüssiger Luft gewonnene Sauerstoff für die Herstellung von Azeton als Ausgangsmaterial zur Gewinnung von künstlichem Gummi. Diese Fabrikation scheint so weit gediehen zu sein, daß nicht nur das Erzeugnis gut ist, sondern daß auch der Preis nicht höher sein wird als der im Frieden für natürlichen Gummi gezahlte Preis. Leider wird bis zur Fertigstellung der hierzu erforderlichen Einrichtungen noch längere Zeit vergehen.

Da eine Aussprache hierzu nicht stattfindet, schließt der Vorsitzende die Versammlung um 12 Uhr 30 Min.

Hauptversammlung

am 3. Juni 1916 nachmittags 5 Uhr in Berlin.

Anwesend 35 Mitglieder.

Der Vorsitzende C. v. Linde eröffnet die Versammlung um 5 Uhr 15 Min. und erteilt Herrn Knoke das Wort zu

Punkt 1. Vorlage des Rechnungsabschlusses und Entlastung des Vorstandes.

Knoke weist darauf hin, daß diesmal über zwei Rechnungsabschlüsse zu berichten sei, die der Jahre 1914 und 1915. Er habe bei dem Rücktritt des Herrn Krüger die Führung der Kassengeschäfte übernommen, weil die Hauptversammlung in Kürze stattzufinden hatte und ihm die Akten zur Hand waren. Die Jahresabrechnungen sind wie früher von den Herren Direktor Brandt und Oberingenieur Kaufmann geprüft worden, die des Jahres 1914 ist außerdem bereits im Novemberheft 1915 der Zeitschrift veröffentlicht worden. Für das Jahr 1915 ergab sich das Folgende:

Kassabestand	M.	289,92
Guthaben bei der Dresdener Bank	»	2973,70
Effekten (Kriegsanleihe)	»	9650,—
	M.	12913,62
Ab nicht abgelieferte Beiträge zur Association Internationale	M.	378,15
Vermögen des Vereins	M.	12535,47
Einnahmen: Mitgliederbeiträge	M.	4455,—
Bankzinsen	»	181,60
	M.	4636,60
Ausgaben nach geprüften Belegen	M.	2586,25
Überschuß	M.	2050,35

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, hat es der Vorstand als seine Pflicht erachtet, von dem unbenutzt liegenden Gelde einen Betrag von M. 10000 in Kriegsanleihe anzulegen; einen weiteren Betrag von M. 3000 hat er bei der letzten Anleihe gezeichnet.

Eine Erörterung der Jahresrechnungen findet nicht statt. Dem Vorstande wird einstimmig Entlastung erteilt.

Punkt 2. Feststellung des Haushaltsplanes für 1917.

Knoke hat ähnlich den Vorjahren einen Haushaltsplan aufgestellt, welcher folgende Ansätze aufweist:

Einnahmen:

Beiträge von 204 ordentl. Mitgliedern	M.	4080,—
Beiträge von 3 außerordentl. Mitgliedern	»	150,—
Beitritt von 10 neuen Mitgliedern	»	300,—
Effektenzinsen	»	650,—
	M.	5180,—

Ausgaben:

Zeitschrift für 217 Mitglieder	M.	2018,10
Diverse kleinere Ausgaben	»	100,—
Porti	»	120,—
Drucksachen	»	160,—
Reisevergütungen	»	500,—
Für wissenschaftliche Arbeiten	»	1000,—
	M.	3898,10

Voraussichtlicher Überschuß somit M. 1281,90. Dieser Haushaltplan wird einstimmig gutgeheißen.

Punkt 3. Association Internationale du Froid.

Der Vorsitzende macht namens des Vorstandes kurzerhand den Vorschlag, daß der Deutsche Kälte-Verein seinen Austritt aus der Association in stillschweigender Weise als vollzogen ansehe. Die Behandlung, die uns vom Auslande in ähnlichen Fällen zuteil geworden ist, läßt kaum einen anderen Weg zu. Die Versammlung billigt ohne Erörterung einstimmig diesen Standpunkt.

Weiter bemerkt der Vorsitzende, daß beim Verein Beiträge zur Association liegen, welche nicht abgeliefert werden durften. Wir können keines unserer Mitglieder zum Austritt aus der Association zwingen; es wird sich aber empfehlen, diesen Mitgliedern die Stellungnahme des Vereins mitzuteilen und, falls sie ihren Austritt ebenfalls vornehmen wollen, die eingezahlten Beträge zur Verfügung zu stellen.

Punkt 4. Wahl der Obmänner der Arbeitsabteilungen.

Im Jahre 1912 wurde der Obmann der Abteilung III gewählt, 1913 derjenige der Abteilung I; für beide sind heute Neuwahlen vorzunehmen. Der Vorsitzende bittet um Vorschläge. Herr Krause schlägt vor als Obmann der Abteilung III Herrn Direktor Lucas, Leipzig, und als Obmann der Abteilung I Herrn Prof. Dr. Plank, Danzig. Andere Vorschläge erfolgen nicht, beide Herren werden einstimmig gewählt. Die Amtsdauer beläuft sich auf zwei Jahre für Herrn Lucas, auf drei Jahre für Herrn Plank.

Punkt 5. Wahl von Vorstandsmitgliedern.

Der Vorsitzende bemerkt, daß auch hier angesichts des Ausfalls der Hauptversammlung im Vorjahre die Wahlen für zwei Jahre zu bewirken sind. Im Vorjahre hatten auszuscheiden die Herren v. Linde, Brandt und Funke, in diesem Jahre scheiden aus die Herren Krüger, Kögler und Hirsch. Herr Funke hat bereits im Vorjahre mitgeteilt, daß er bitte, von seiner Mitarbeit wegen beruflicher Überlastung absehen zu wollen. Es erscheint zweckmäßig, die Wahlen nach beiden Jahrgängen getrennt vorzunehmen. Der Vorstand beschränkt sich darauf, nur einige Zweckmäßigkeitsgründe bekanntzugeben. In erster Linie erscheint eine möglichst weitgehende Erneuerung des Vorstandes zweckmäßig; der Vorsitzende bittet, zu erwägen, ob

es in Rücksicht auf seine langjährige Tätigkeit und seinen Gesundheitszustand nicht empfehlenswert sei, an seine Stelle ein anderes Mitglied zu wählen. Ferner erscheint es als erwünscht, daß 5 Mitglieder des Vorstandes in Berlin wohnen. Der Vorstand bedarf zu seiner Beschlußfähigkeit 5 Mitglieder, häufig sind Beschlüsse zu fassen, bei welchen lange vorher ergehende Einladungen nicht möglich sind und es schwierig ist, auswärts wohnende Mitglieder heranzubekommen. Ferner bittet der Vorsitzende zu berücksichtigen, daß ein in Berlin wohnendes Mitglied gewählt werden sollte, das bereit ist, das Amt des Schriftführers zu übernehmen; bezüglich der Frage, daß es Sache des Vorstandes ist, die in den Satzungen vorgesehenen Ämter unter sich zu verteilen, dürfte nach der Fassung der Satzungen ein Zweifel nicht bestehen. Endlich möchte der Vorstand noch daran erinnern, daß die Gruppe der Kälteverbraucher womöglich ihren bisherigen Stand von 3 Mitgliedern behalten sollte; dieser Gruppe kommt eine derartige Vertretung sicher zu. Nun ersucht der Vorsitzende um Vorschläge.

Krause. In einer gestern vom Berliner Bezirksverein veranlaßten Vorbesprechung, zu welcher alle Mitglieder des Hauptvereins geladen waren, ist dem Wunsche Ausdruck gegeben worden, daß Herr v. Linde die Führung des Vereins auch weiterhin übernehmen möge, wenigstens während der augenblicklichen, schweren Zeitläufe. Außerdem wurde vorgeschlagen, die Herren Brandt, Kögler und Hirsch wiederzuwählen und Herrn Kaufmann oder Herrn Stetefeld neu zu wählen, welche beiden Herren bereit wären, das Amt des Schriftführers zu übernehmen; weiterhin wären für die Zuwahl zum Vorstande noch vorgeschlagen worden die Herren Bolstorff, Goettsche und Pabst.

Die Versammlung einigt sich dahin, zunächst drei Herren mit zweijähriger Amtsdauer und danach drei Herren mit dreijähriger Amtsdauer zu wählen. In einer längeren Aussprache ergeben sich noch weitere Vorschläge für die Wahlen; eine brieflich eingegangene Nachricht des Herrn Hirsch, in welcher gesagt ist, er halte seine Wiederwahl angesichts seiner Tätigkeit im Heeresdienst als für die Interessen des Vereins nicht zweckdienlich, wird nicht so aufgefaßt, als ob Herr Hirsch eine Wiederwahl ablehnen würde. Für die drei Vorstandsmitglieder mit zweijähriger Amtsdauer stehen nun folgende Namen zur Wahl: v. Linde, Brandt, Bolstorff, Goettsche, Pabst, Kaufmann, Stetefeld, Kögler, Hirsch und Esters. Die vorgenommene Abstimmung ergibt folgendes:

v. Linde 33, Brandt 29, Goettsche 15, Bolstorff 9, Kaufmann 2, Esters 6, Pabst 6, Stetefeld 1 und Kögler 1 Stimme.

Vorsitzender: Nach § 18 der Satzungen gilt als gewählt, wer zum mindesten die Hälfte der Stimmen auf sich vereinigt. Es muß mithin eine Stichwahl stattfinden zwischen den Herren Goettsche und Bolstorff. Die schriftliche Stichwahl ergibt 25 Stimmen für Goettsche und 10 für Bolstorff.

Gewählt sind somit als Vorstandsmitglieder mit zweijähriger Amtsdauer die Herren v. Linde, Brandt und Goettsche. Alle drei Herren nehmen die Wahl dankend an.

Die zweite Wahl ergibt folgendes:

Bolstorff 9, Pabst 6, Kögler 25, Hirsch 22, Esters 12, Stetefeld 15, Kaufmann 15, Bützler 1 Stimme. Hiernach hat noch eine Stichwahl stattzufinden zwischen Kaufmann und Stetefeld; sie ergibt für Kaufmann 18 und für Stetefeld 16 Stimmen.

Gewählt sind somit als Vorstandsmitglieder mit dreijährlger Amtsdauer die Herren Kögler, Hirsch und Kaufmann. Die anwesenden Herren Kögler und Kaufmann nehmen die Wahl dankend an.

Punkt 6. Anregung des Oberbürgermeisters der Stadt Essen betr. Aufstellung einheitlicher technischer Lieferungs- und Abnahmebedingungen für Kälteeinrichtungen und Zubehör jeglicher Art, insbesondere Kältemaschinen, Kondensatoren, Verdampfer, Kühler, Raumisolierungen, Temperatur- und Feuchtigkeits-Meßapparate, entweder durch einen besonderen Ausschuß oder aber durch den Arbeitsausschuß 2.

Der Vorsitzende bemerkt hierzu, daß die Arbeitsabteilung 2 kaum in der Lage sein werde, eine solche Arbeit zu leisten; der Vorstand schlage daher vor, eine Kommission von 5 Mitgliedern hierfür zu wählen. Zu dem Einwand, daß auf der letzten Hauptversammlung in Abteilung 2 bereits eine Kommission von 9 Mitgliedern für derartige Arbeiten gewählt worden sei, erwidert der Vorsitzende, daß an der vorliegenden Frage doch alle drei Arbeitsabteilungen interessiert seien.

Bolstorff erörtert die von ihm ausgegangene Anregung des näheren. Bei Vergebung von Kälteanlagen müsse man stets erst umfangreiche Lieferbedingungen aufstellen, und so tauchte die Frage auf, ob es nicht eine Körperschaft gäbe, die diese ganze Arbeit nutzbringend vollführen könne. Bei Aufstellung solcher Bedingungen müßten beide Teile zu Wort kommen; solche Bedingungen lägen ja auch im Interesse der Maschinenfabriken, weil sie das Eindringen weniger solider Firmen behindern würden. Ob es möglich sei, diese Arbeit während der Kriegszeit zu leisten, sei wohl zweifelhaft, aber die vorgeschlagene Kommission von 5 Mitgliedern könne doch immer vorarbeiten.

Schmitz spricht hierzu und warnt davor, etwa eine Zentralstelle für solche Arbeiten zu schaffen, wie sie die Brauerei in der Versuchs- und Lehrbrauerei habe; da jeder Fall besonders geartet sei, werde sich meist die Hilfe eines unparteiischen Beraters nicht umgehen lassen.

Der Vorsitzende verweist darauf, daß die Anregung, die wir behandeln, nicht die erweiterte Aufgabe einschließe, von der Herr Schmitz sprach.

Goettsche bemerkt, daß die Anregung das ganze Gebiet der Kälteindustrie umfasse, und das läge ja auch im beiderseitigen Interesse. Die Kälteindustrie aber sei doch so umfangreich, daß es nicht möglich sei, Bedingungen aufzustellen, die für alle Fälle maßgebend sein könnten; es könne sich daher nur um ganz allgemeine Bedingungen handeln.

Der Vorsitzende ist der Meinung, daß man die Kommission nicht beschränken dürfe in der Art, wie sie ihre Aufgabe lösen will. Liegt erst die Arbeit der Kommission vor, so kann der Verein dazu Stellung nehmen. Auf seine Frage beschließt man einstimmig, eine Kommission von 5 Mitgliedern zu wählen. Der Vorstand hat ferner bereits die Zusammensetzung der Kommission erörtert und ist zu der Anschauung gekommen, daß etwa 2 Mitglieder zu wählen seien, die die Frage vom wissenschaftlichen Standpunkte aus bearbeiten, und weiterhin solche Mitglieder, die mit der Ausführung solcher Anlagen zu tun haben und genau wissen, worauf es ankommt. Die Meinung des Vorstandes sei, daß für die wissenschaftliche Richtung der jetzige Obmann der Abteilung 1, Herr Professor Dr. Plank, und dann etwa Herr Geheimrat Professor Dr. Schröter in München gewählt werden sollte, und daß für die Interessen der ausführenden Firmen der derzeitige Obmann der Abteilung 2, Herr Oberingenieur Cattaneo, und weiter Herr Oberingenieur Hirsch, Düsseldorf, und Herr Oberingenieur Brückner, Wiesbaden, gewählt werden sollten. Der Vorsitzende bittet noch um weitere Vorschläge.

Freundlich regt an, wie dies auch anderwärts geschehen sei, einen Juristen beizuziehen.

Krause empfiehlt, der Kommission das Recht zu erteilen, sich anderweit noch Rat zu holen. Kögler erachtet es als zweckmäßig, wenn die fertige Kommissionsarbeit durch einen Juristen geprüft werde.

Bezüglich einer Bemerkung des Herrn Freundlich, daß es opportun erscheine, auch die liefernden Firmen zu hören, verweist der Vorsitzende darauf, daß der Verein mit dem Elaborat das machen werde, was er fürnotwendig erachte; vorerst glaube er, daß ein geschlossener Kreis von Sachverständigen am ehesten zum Ziele kommen werde. Er ersucht nun abermals um weitere Vorschläge.

Plank glaubt, daß der Vorschlag des Vorstandes leicht zu einer Zersplitterung führen könne; es werde schwer sein, die sehr entfernt wohnenden Herren zusammenzubekommen. Er möchte ferner anregen, einen unabhängigen beratenden Ingenieur hinzuzuziehen.

Nachdem noch die Herren Zivilingenieur Stetefeld und Geheimrat Prof. Dr. Lorenz, Danzig, genannt worden sind, bemerkt der Vorsitzende, daß es nicht empfehlenswert sei, von einer Hochschule zwei Herren zu wählen. Die räumlichen Entfernungen könne er nicht als hindernd ansehen, denn es werde doch ein Referent immer nur einzelne Teile der Bedingungen bearbeiten, so daß häufigere Zusammenkünfte kaum nötig seien; zudem würden wir die Aufwendung von Mitteln für solche Reisen durchaus nicht zu scheuen haben.

Pabst weist darauf hin, daß drei Herren aus ausführenden Maschinenfabriken genannt seien, von denen Herr Hirsch im Felde stehe. Er erlaube sich daher, Herrn Brandt für Raumisolierungen vorzuschlagen.

Die Abstimmung ergibt die Wahl der Herren Plank, Schröter, Cattaneo, Hirsch und Brückner. Der Kommission wird das Kooptionsrecht eingeräumt.

Punkt 7. Beschlußfassung über Bearbeitung wissenschaftlicher Untersuchungen.

Der Vorsitzende erinnert daran, daß 1913 Mittel in Höhe von M. 500 bewilligt wurden, um Versuche über den Ausfluß von Salzlösungen auszuführen. Diese Versuche hat Herr Plank übernommen; daher bitte er Herrn Plank, über die Versuche nunmehr zu berichten.

Plank: Mit den Versuchen zur Bestimmung des Ausflußkoeffizienten von Salzlösungen, die seinerzeit von Herrn Dr. Krause vorgeschlagen wurden und zu deren Ausführung Sie die Mittel zur Verfügung stellten, ist vor drei Jahren begonnen worden. Es sollte der Einfluß des Durchmessers der Ponceletmündung, der Höhe im Meßgefäße, der Temperaturen und der Konzentration der Salzlösung auf den Ausflußkoeffizienten studiert werden. Bisher hat man für kalte Salzlösungen einfach mit den Weißbach-Grashofschen Werten für reines Wasser bei Zimmertemperaturen gerechnet. Das ist offenbar unzulässig. Anderseits war aber zu erwarten, daß die Temperatur und die Konzentration nur einen schwachen Einfluß ausüben würden; um die Gesetzmäßigkeit erkennen zu können, mußten die Koeffizienten auf drei Dezimalstellen genau bestimmt werden. Dadurch wurden Präzisionsmessungen erforderlich, die sehr zeitraubend waren und eine kostspielige Apparatur erforderten. Die Versuche wurden vor einem Jahr beendet, dann mußten die Werte zusammengestellt und die Schlußfolgerungen gezogen werden. Das war eine umfangreiche Arbeit, die durch den Krieg noch stark verzögert wurde. Es ist nun gelungen, die gesamte Unternehmung zu Weihnachten 1915 fertigzustellen. Die Arbeit wurde von meinem Assistenten, Herrn Dipl.-Ing. Schneider, als Dissertation ausgeführt. Dann kam die Drucklegung der Arbeit; es ist eine umfangreiche Abhandlung geworden, die nicht im Rahmen einer Zeitschrift erscheinen konnte, und zufolge des Krieges war es schwierig, eine andere Art der Veröffentlichung zu finden. Nunmehr hat der Verein Deutscher Ingenieure die Arbeit zur Veröffentlichung in seinen Forschungsheften angenommen, es wird aber noch einige Monate dauern, bis die betreffenden Hefte sowie ein Auszug in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure erscheinen werden. Ich habe mir das Recht vorbehalten, den Auszug auch in unserem Vereinsorgan erscheinen zu lassen.

Vorsitzender: Wir haben also in unserer Vereinszeitschrift die Veröffentlichung eines Auszuges zu erwarten. Nun liegt der weitere Vorschlag des Herrn Prof. Plank vor, Versuche in seinem Laboratorium aus-

führen zu lassen über den Einfluß des Kühlmantels bei Kältekompressoren.

Plank: Die Sachlage war die, daß die Versuche, von denen ich soeben sprach, eine viel größere Summe erforderten für ihre Fertigstellung, als Sie hierfür zur Verfügung gestellt hatten, und als ich diese Summe Herrn v. Linde nannte, fragte er mich, ob es erwünscht wäre, eine Ergänzung der Ausgabe zu beantragen. Ich hielt das nicht für erforderlich, da die Mehrausgaben durch die Etatsmittel meines Laboratoriums gedeckt worden sind. Ich habe aber aus der Anfrage des Herrn Vorsitzenden geschlossen, daß dem Deutschen Kälte-Verein weitere Summen zur Verfügung stehen, die für neue wissenschaftliche Arbeiten verwendet werden können, und daraufhin habe ich die Anregung gegeben, weitere Versuche zu machen und diese Versuche, wenn erforderlich, unter Zuschuß der Etatsmittel meines Laboratoriums auszuführen. Ich habe daran gedacht, den Einfluß des Kühlmantels bei Kältekompressoren zu untersuchen, da in dieser Beziehung eine große Lücke besteht. Für Luftkompressoren ist die Frage vollständig gelöst; bei Kältekompressoren liegen aber die Verhältnisse ganz anders. Es ist vorauszusehen, daß in einigen Fällen der Kühlmantel von Nutzen sein wird, daß er aber in manchen Fällen sicher überflüssig, vielleicht sogar schädlich sein wird; wir wissen auch, daß bei verschiedenen Ausführungen der Kühlmantel ganz wegbleibt. Ich habe nun gerade diese Arbeit gewählt, weil ich in meinem Laboratorium über einen Ammoniakkompressor mit abnehmbarem Kühlmantel verfüge, so daß ich ohne Schwierigkeit die vorgeschlagenen Versuche durchführen kann. Ich habe mir daher die Anregung erlaubt, mir für diese Versuche Mittel zur Verfügung zu stellen.

Vorsitzender: Der Vorstand hat geglaubt, den Vorschlag des Herrn Plank begrüßen zu sollen und empfiehlt, für die Versuche M. 1000 zur Verfügung zu stellen. Der Verein kann die Mittel, über welche er verfügt, nicht besser als in derartigen Versuchen anlegen. Der Vorstand möchte aber bei dieser Gelegenheit den Wunsch aussprechen, daß, sofern solche Versuche mit Mitteln des Vereins ausgeführt werden, die Veröffentlichung der Ergebnisse auch in unserem Vereinsorgan stattfinde; das solle nicht nur speziell für diese Versuche, sondern ganz allgemein gelten.

Zu dem Einwand des Herrn Krause, daß bei sehr umfangreichen Berichten erhebliche Kosten für die Veröffentlichung entstehen könnten, bemerkt der Vorsitzende, daß man heute nur die Verpflichtung festlegen wolle; inwieweit unsere Zeitschrift in der Lage sei, solche Berichte aufzunehmen, sei eine spätere Frage.

Es wird nunmehr einstimmig beschlossen, Herrn Plank M. 1000 für Versuche über die Einwirkung des Kühlmantels bei Kältekompressoren zur Verfügung zu stellen.

Krause erinnert daran, daß man auf der Hauptversammlung 1914 dem Vorstande bis zu M. 2000 zur Verfügung gestellt habe für den Fall, daß Programm und Kostenanschlag betr. Versuche über Wärmeübergangszahlen die Durchführung solcher Versuche als ratsam erscheinen ließen. Der Vorsitzende bemerkt hierzu, daß diese Angelegenheit zufolge des Krieges nicht weiter verfolgt worden sei, aber im Auge behalten werde.

Punkt 8. Berichte der Arbeitsabteilungen.

Der Obmann der Arbeitsabteilung 2, Herr Cattaneo, möchte auf Verlesung seines Berichtes verzichten, weil Wesentliches hieraus ja bereits am Vormittag von Herrn Knoke bekanntgegeben worden sei, und weil der Bericht in der Zeitschrift erscheinen solle. Die Versammlung ist hiermit einverstanden. (Der Bericht folgt weiter unten.)

Berichte der beiden anderen Arbeitsabteilungen liegen nicht vor.

Kögler berichtet, daß angeregt worden sei, für die Obmänner Ersatzleute zu wählen, die im Falle der Behinderung des Obmannes einzutreten haben. Die Versammlung überläßt das den Abteilungen selbst.

Punkt 9. Wahl des Ortes für die nächste Hauptversammlung.

Auf Grund einer Einladung des Herrn Hirsch wurde 1914 in Wiesbaden beschlossen, die nächste Hauptversammlung in Düsseldorf abzuhalten. Der Vorsitzende meint, daß vorerst ein anderer Ort nicht zu bestimmen sein würde. Sollte aber der Krieg bis zum nächsten Frühjahre noch nicht beendet sein oder Herr Hirsch seine Einladung und seine Bereitwilligkeit, die nötigen Vorbereitungen zu treffen, zurückziehen, so sei es vielleicht das einfachste, den Vorstand zu ermächtigen, den Ort der nächsten Hauptversammlung zu bestimmen. Die Versammlung ist ohne weitere Erörterung hiermit einverstanden.

Schluß der Versammlung 7 Uhr 40 Min.

Bericht

des Obmanns der Arbeitsabteilung II des Deutschen Kälte-Vereins über die Arbeiten der Abteilung vom 22. Mai 1914 bis 3. Juni 1916.

Die letzte Sitzung der Arbeitsabteilung vor dem Kriege fand aus Anlaß der Hauptversammlung des D. K.-V. am 22. Mai 1914 in Frankfurt a. M. statt. Im Anschluß an ein Referat des Herrn M. Krause über die von Marchis vorgeschlagenen Normen für die Leistungsbestimmung von Kältemaschinen wurde zur Bearbeitung dieses Gegenstandes eine Kommission von 12 Mitgliedern gewählt. Bevor die Kommission ihre Arbeiten aufgenommen hatte, brach der Krieg aus. Die Absperrung unserer Grenzen brachte auch für unseren Verein neue Aufgaben, über deren Bearbeitung das Nachstehende in zeitlicher Reihenfolge zu berichten ist.

Am 24. Februar 1915 trat die zweite Arbeitsabteilung unter Teilnahme von zehn in Berlin wohnenden Mitgliedern im Hause des Vereins deutscher Ingenieure zu einer Sitzung zusammen.

Der Obmann teilte mit, daß der Vorstand des D. K.-V. den Reichs- und Staatsbehörden seine Mit-

arbeit bei den beabsichtigten Maßnahmen zum beschleunigten Einschlachten und Einfrieren der Schweinebestände zugesagt habe. Auf Grund von Fragebogen, die das Preuß. Ministerium für Handel und Gewerbe und die Zentralstelle für Heeresverpflegung verschickt hatten, sollte ermittelt werden, wieviele Gefrierräume im Deutschen Reich vorhanden bzw. durch Ergänzung vorhandener Kühlanlagen in kürzester Frist bereitgestellt werden könnten. Zur Bearbeitung der Fragebogen wurde eine Kommission von acht Mitgliedern gewählt.

Die Kommission hielt mehrere Sitzungen ab, in denen die Grundsätze für die Bearbeitung der Fragebogen festgelegt, die eingehenden Fragebogen verteilt und die Ergebnisse besprochen wurden.

Am 26. Februar 1915 trat die Arbeitsabteilung III zu einer Beratung zusammen, an der auch Mitglieder der Abteilung II teilnahmen. In dieser Sitzung wurde über Einlagerungsbedingungen für das Einfrieren und Lagern von Schweinen verhandelt.

Am 14. März 1915 hielt der Obmann Cattaneo auf Einladung der Zentral-Einkaufs-Gesellschaft im Hotel Kaiserhof in Berlin einen Vortrag über »Die Technik des Einfrierens von Schweinen und ihre Nutzbarmachung während des gegenwärtigen Krieges«. Im Anschluß daran berichtete Herr Direktor Kögler über die Möglichkeit des Schlachtens großer Mengen Schweine mit den zur Verfügung stehenden Mitteln.

Am 8. April 1915 wurden die Ergebnisse der Bearbeitung der Fragebogen dem Kgl. Preuß. Ministerium des Innern mit einem Begleitschreiben des Schriftführers des Deutschen Kälte-Vereins zugesandt. Mehr als 1800 Fragebogen waren eingegangen, von denen sich nur ein Teil als brauchbar erwies. Um rasch zu einem Ergebnis zu kommen, mußte sich die Kommission auf Prüfung der Schlachthofkühlanlagen beschränken und die in den Fragebogen fehlenden Angaben aus anderen Quellen ergänzen. Die errechneten Zahlen wurden in Tabellen nach Regierungsbezirken zusammengestellt und ergaben die Möglichkeit, insgesamt 90000 qm Gefrier- und Lagerräume zu schaffen und darin 1100000 Schweine in gefrorenem Zustande aufzustapeln.

Am 19. Mai 1915 und 7. Juni 1915 fanden in Berlin unter Teilnahme zahlreicher auswärtiger Mitglieder gemeinsame Sitzungen der Abteilungen II und III statt, deren Ergebnisse als »Grundsätze für das Einfrieren und Lagern von Schweinen« gedruckt und allen Mitgliedern des Deutschen Kälte-Vereins zugesandt worden sind.

Mit der Herausgabe der Grundsätze fand die Tätigkeit der Arbeitsabteilung in der Frage des Gefrierfleisches einen vorläufigen Abschluß. Wenngleich es aus Gründen, die hier nicht zu erörtern sind, nicht zu dem geplanten massenweisen Abschlachten und Einfrieren von Schweinen gekommen ist, so war doch die von uns gleistete Arbeit keine vergebliche. Der Austausch von Meinungen und Erfahrungen zwischen Kälteingenieuren und Kühlhausfachmännern hat befruchtend gewirkt und hat den Anstoß zu weitergehenden Untersuchungen gegeben, die im Auftrage der Zentral-Einkaufs-Gesellschaft von Professor Dr. Plank gemeinsam mit Dr. Kallert durchgeführt wurden. Die Ergebnisse sind in den von der Zentral-Einkaufs-Gesellschaft herausgegebenen Abhandlungen zur Volksernährung unter den Titeln »Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Schweinefleisch« und »Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Rindfleisch« niedergelegt.

Im August 1915 erbat sich die Verteilungsstelle für Schwefelinhalt der Kriegschemikalien-Aktiengesellschaft für das Gebiet I die Mitarbeit des Deutschen Kälte-Vereins bei der Freigabe von schwefliger Säure für den Betrieb von Kältemaschinen. Für die Prüfung der Anträge wurde Herr Direktor Knoke als Vertrauensmann bestellt. Die technischen Unterlagen wurden von dem Obmann der Arbeitsabteilung II ausgearbeitet und Herrn Knoke zur Verfügung gestellt.

Am 3. Juni 1916 fand im Rahmen der Hauptversammlung des D. K.-V. eine Sitzung der Arbeitsabteilung II statt, der 15 Mitglieder des Deutschen Kälte-Vereins beiwohnten. Um bei der Bearbeitung der nach dem Kriege zu erwartenden neuen Aufgaben nicht behindert zu sein, erklärte die Abteilung die am 22. Mai 1914 zur Ausarbeitung von Leistungsnormen eingesetzte Kommission von 12 Mitgliedern für aufgelöst.

Berlin, den 5. Juni 1916.

Der Obmann der Arbeitsabteilung II.
G. Cattaneo.

Zusammensetzung des Vorstandes.

Zufolge der auf der diesjährigen Hauptversammlung getätigten Wahlen setzt sich der Vorstand wie folgt zusammen:

Vorsitzender: Geheimrat Prof. Dr. C. v. Linde, München 44, Prinz Ludwigshöhe.
Stellvertr. Vorsitzender: Direktor J. O. Knoke, Charlottenburg 2, Grolmanstraße 12.
Schatzmeister: Direktor E. Brandt, Berlin NW. 5, Rathenowerstraße 53.
Stellvertr. Schatzmeister: Oberingenieur Cattaneo, Berlin.
Schriftführer: Oberingenieur A. Kaufmann, Berlin NW. 23, Brückenallee 11.
Stellvertr. Schriftführer: Ingen. Constanz Schmitz, Berlin.
Direktor Kögler, Chemnitz.
Oberingenieur M. Hirsch, Düsseldorf.
Zivilingenieur Georg Goettsche, Altona.

Es wird gebeten, Zuschriften an den Deutschen Kälte-Verein, insoweit sie nicht Kassenangelegenheiten betreffen, zu richten entweder an Herrn Knoke oder an Herrn Kaufmann.

Charlottenburg, 13. Juni 1916.

I. A.: **J. O. Knoke.**

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang **München, Juli 1916** **7. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren. Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig, Prof. Dr. E. Ehrenbaum, Hamburg, und Dr. med. Karl Reuter, Hamburg. (Fortsetzung.) S. 73.
Zeitschriftenbericht. S. 77.
Bücherbericht. S. 77.
Kleine Mitteilungen. S. 78.
Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen. S. 78.
Patentbericht. S. 79.
Deutscher Kälte-Verein. S. 79.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren.

Von Prof. Dr.-Ing. **R. Plank**, Danzig, Prof. Dr. **E. Ehrenbaum**, Hamburg, und Dr. med. **Karl Reuter**, Hamburg.

(Fortsetzung.)

4. Über den Temperaturverlauf in den Fischen beim Gefrieren und Auftauen.

a) Die Gefrierpunktserniedrigung.

Beim Gefrieren der Fische wird das in ihnen enthaltene Wasser in den festen Aggregatzustand übergeführt. Der Wassergehalt ist besonders bei den fettarmen Fischen sehr hoch, er erreicht durchschnittlich 80%; fette Fische (besonders der Aal) sind wasserärmer. Der Wassergehalt eines großen Teils der von uns untersuchten Fische ist in folgender Tabelle 8 wiedergegeben[1]). Der Wassergehalt ist maßgebend für den Kältebedarf, weil die Trockensubstanz mit Rücksicht auf den niedrigen Wert ihrer spezifischen Wärme nur einer verschwindend kleinen Kältemenge zu ihrer Abkühlung bedarf.

Die in den Fischen enthaltene Flüssigkeit (der Gewebsaft) stellt jedoch nicht reines Wasser, sondern eine schwach konzentrierte Lösung von Salzen und Eiweißstoffen dar. Der Anwesenheit von Salzen ist es zuzuschreiben, daß der Gefrierpunkt der Fische nicht bei 0°, sondern entsprechend tiefer liegt. Die im Wasser gelösten Eiweißstoffe tragen dagegen, sofern sie elektrolytfrei sind, zur Gefrierpunktserniedrigung nicht oder doch nur verschwindend wenig bei. Für das kalorische Verhalten beim Gefrieren ist daher nur die Salzkonzentration maßgebend. Von dieser hängt zunächst derjenige Temperaturpunkt ab, bei welchem das Gefrieren einsetzt. Wir wollen diese Temperatur kurz als den Gefrierpunkt bezeichnen. Wird bei Erreichung dieses Gefrierpunktes die Wärmeentziehung fortgesetzt, so scheidet sich, wenigstens bei nicht zu raschem Einfrieren, reines Wasser in Eisform aus, und der Rest der Lösung wird immer konzentrierter; damit rückt auch die Gefriertemperatur immer tiefer. Theoretisch kann ein Fisch erst nach Unterschreitung der kryohydratischen Temperatur als vollkommen durchgefroren gelten. Die Lage dieser Temperatur ist uns allerdings bei Fischen und auch beim Warmblüterfleisch nicht bekannt; bei einer schwach konzen-

Tabelle 8.

Fischart	Wassergehalt in %	Fischart	Wassergehalt in %
Blaufisch .	76,2	Kliesche . .	78,3
Kabeljau .	81,8	Flunder . .	84,0
Schellfisch .	81,5	Rochen . .	80,1
Makrele . .	71,2	Hecht . . .	79,8
Hering . . .	75,0	Karpfen . .	77,0
Aal	57,0	Forelle . . .	77,5
Scholle . . .	78,3		

[1]) Nach J. König, »Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel«, Band I, 4. Aufl. 1903, S. 44 u. ff.

trierten Lösung friert aber der allergrößte Teil des Wassers schon in einer größeren Entfernung vom kryohydratischen Punkt aus. Betrachten wir z. B. eine einprozentige Kochsalzlösung (also etwa 100 g H_2O + 1 g NaCl), so sind bei Erreichung einer Temperatur von — 6,1° schon 90% und bei — 13,6° bereits 95% des Wassers ausgefroren; im kryohydratischen Punkt, bei — 21,2°, sind schließlich 96,54% Wasser ausgefroren, und der restliche Teil, bestehend aus 3,46 g Wasser + 1 g NaCl, entsprechend der kryohydratischen Konzentration von 28,9%, friert ohne weitere Temperaturerniedrigung als einheitlicher Körper zu einer festen Lösung von Eis und Salz aus.

Die Salzkonzentration ist zunächst für den Gefrierpunkt maßgebend. Verschiedene Forscher haben die Konzentration des Fischblutes untersucht. Nach Rosenfeld[1]) können die Seewassertiere in dieser Beziehung in zwei Gruppen eingeteilt werden, die hypotonische und die isotonische. Zu der hypotonischen Gruppe von Fischen, bei denen die Salzkonzentration c und damit auch die Gefrierpunktserniedrigung $\triangle$ wesentlich geringer ist als in dem umgebenden Seewasser, gehört die größte Menge der Seefische, und zwar die Gadusarten, Makrelen, Aale, Schollen, Heilbutt, Flundern, Glattbutt, Steinbutt, Lengfisch, Seewolf, Seehase, Seeteufel u. a.[2]). Für diese Fische beträgt $\triangle$ 0,6 bis 1°, während im Seewasser $\triangle = \sim 2°$ gemessen wird. Zu der isotonischen Gruppe, bei welcher die Fische nahezu die gleiche Konzentration und Gefrierpunktserniedrigung besitzen wie das Seewasser, gehören die Haie und Rochen ($\triangle$ = 1,8 bis 2). Von anderen Seewassertieren zählen zu dieser Gruppe die Taschenkrebse ($\triangle$ = 1,97 bis 2,03), die Austern ($\triangle$ = 1,91 bis 1,92) und die Miesmuscheln ($\triangle$ = 1,92). Eine erschöpfende Erklärung für die Existenz dieser zwei Gruppen von Seewassertieren ist bisher nicht gefunden. Es ist möglich, aber keineswegs sicher, daß dies mit der besonderen Organisation der eben erwähnten Fische zusammenhängt: bei vielen Angehörigen dieser Tiergruppe, der sog. Selachier, hat das Seewasser durch den Analporus freien Zutritt zur Bauchhöhle und kann sogar von hier aus durch eine große Öffnung im Zwerchfell in die Perikardialhöhle, also in die unmittelbare Umgebung des Herzens gelangen.

Bei einer Anzahl der von uns untersuchten Fische haben wir den Temperaturverlauf im Innern der Fische während des Gefrierens genau untersucht.

[1]) Rosenfeld, »Lebensverhältnisse der Süß- und Seewassertiere«. Jahresbericht des Schlesischen Fischerei-Vereins für 1903, S. 81—36, herausgegeben von Prof. Dr. F. Hulwa, Breslau.

[2]) Vgl. insbesondere auch W. J. Dakin. »The osmotic concentration of the blood of fishes taken from the seawater of naturally varying concentration«, Bio-chemical Journal 1908, Vol. III No. 5. In dieser Arbeit ist auch die ältere Literatur über den Gegenstand zusammengestellt.

Trägt man den Temperaturverlauf graphisch über der Zeit auf, so kann man aus dem Knick- bzw. Wendepunkt in der Kurve den Gefrierpunkt ziemlich genau ermitteln. Wir finden, daß Schollen und Aale bei — 0,95°, die Gadusarten bei — 1 bis — 1,05°, Rochen dagegen erst bei — 1,95 bis 2,05° zu gefrieren beginnen Diese Messungen im Fischfleisch decken sich also qualitativ durchaus mit den Bestimmungen der Gefrierpunktserniedrigung im Blut, die von Rosenfeld, Dakin u. a. ausgeführt wurden.

b) Der Verlauf der Gefrier- und Auftaukurven.

Die Aufnahme des zeitlichen Verlaufs der Temperatur im Innern der Fische ist in mancher Beziehung von Interesse. Praktisch liefert sie vor allem ein Mittel zur Bestimmung der Gefrierzeit. Aber auch der ganze Vorgang des Gefrierens kann aus der Analyse der Temperaturkurve Schritt für Schritt verfolgt werden, indem man den experimentell bestimmten Temperaturverlauf mit demjenigen vergleicht, der sich theoretisch unter Voraussetzung eines Kontinuums von Gleichgewichtslagen konstruieren läßt. Es zeigt sich, daß beim langsamen Gefrieren in Luft die tatsächlichen Abkühlungskurven der Fische genau den gleichen Charakter haben wie die theoretische Gleichgewichtskurve, so daß man schon daraus mit Sicherheit auf die Abscheidung reiner Eiskristalle (H_2O) aus der Lösung schließen kann, was durch die Erfahrung bestätigt wird. Beim sehr schnellen Gefrieren treten dagegen bedeutende Abweichungen auf.

In Abb. 30 sind als Beispiel die Gefrierkurven von Schellfisch und Glattroche beim langsamen Gefrieren in Luft vergleichsweise wiedergegeben.

Aus dem Verlauf der Kurven folgt, daß der Begriff der »Gefrierzeit« bei einem Fisch keine streng definierte Größe ist. Wie wir bereits hervorgehoben haben, friert die im Fisch enthaltene Flüssigkeit restlos erst im kryohydratischen Punkt aus, dessen Lage je-

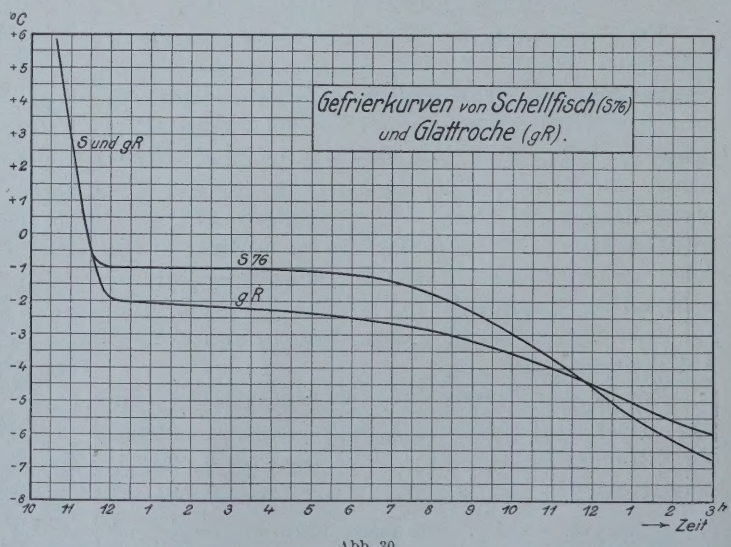


Abb. 30.

doch nicht bekannt ist. Man könnte jedoch nach Übereinkunft unter der Gefrierzeit die Abkühlungszeit bis

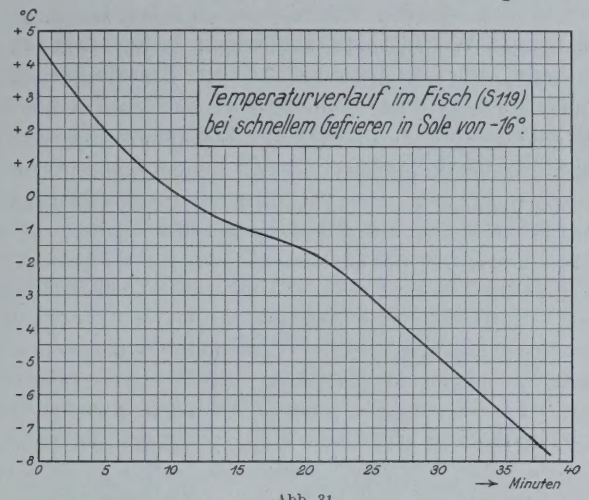


Abb. 31.

zur Erreichung einer bestimmten Temperatur verstehen. Als Grenztemperatur wählt man dabei am besten die günstigste Lagertemperatur der gefrorenen Fische. Diese Wahl hat allerdings den Nachteil, daß die vorzuschreibende Lagertemperatur bei verschiedenen Fischen nicht die gleiche ist. Während man z. B. ausgeweidete hypotonische Fische schon bei — 5° ohne Schaden lagern kann, bleiben nicht ausgeweidete Heringe bei dieser Temperatur noch bauchweiß und müssen daher bei — 7 bis — 8° lagern. Isotonische Fische müssen wegen der höheren Salzkonzentration ebenfalls bei tieferen Temperaturen aufbewahrt werden, wenn ein genügender Prozentsatz des in ihnen enthaltenen Wassers aufgefroren sein soll.

Betrachten wir nunmehr den Temperaturverlauf im Fisch bei sehr schnellem Gefrieren in Sole (von — 16°), so ergibt sich ein ganz anderes Bild (Abb. 31 für den Schellfisch 119). Die früher beobachtete, nahezu horizontale Strecke, die auf das Ausfrieren großer Wassermengen beim Beginn des Gefrierens deutete, fällt beim schnellen Einfrieren ganz fort. Wir beobachteten aber auch hier einen Wendepunkt bei etwa — 1,3°, der das Freiwerden latenter Wärmemengen verrät. Der ganz verschiedene Charakter der Temperaturkurven bei langsamem und schnellem Gefrieren beweist jedenfalls, daß die Vorgänge in den Fischen physikalisch grundverschieden sind.

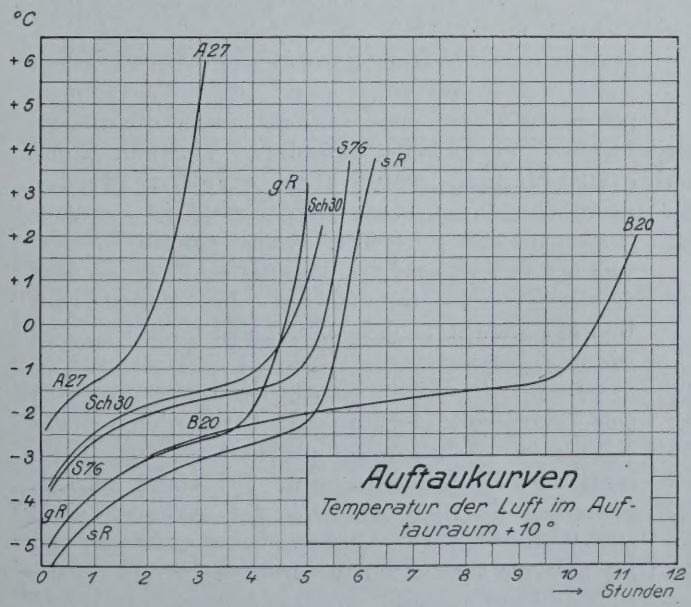


Abb. 32.

Die Auftaukurven in Luft zeigen im allgemeinen einen ähnlichen (aber entgegengesetzten) Verlauf wie die Gefrierkurven in Luft. (Vgl. Abb. 32.) Auffällig ist allerdings, daß der Wendepunkt bei den Auftaukurven aller Fische um einige Zehntelgrad tiefer liegt als bei den Gefrierkurven, und zwar bei den hypotonischen Fischen bei etwa — 1,5° und bei den isotonischen bei etwa — 2,5°. In der Nähe dieses Wendepunktes, nach der Seite der tieferen Temperaturen verlaufen die Kurven beim Auftauen auch nicht so flach wie beim Gefrieren. Es ist wahrscheinlich, daß diese Abweichungen der Geschwindigkeit des Auftauens zuzuschreiben sind, welches hier etwa zweimal so schnell vor sich ging wie das Gefrieren.

5. Das Auftauen.

Es stehen uns bei Fischen drei Auftaumethoden zur Verfügung, und zwar: in Luft, in Wasser und in zerkleinertem Eis. Die erste und die dritte Methode ergibt ein ziemlich langsames Auftauen, während bei der zweiten Methode die Fische infolge der viel höhere Wärmeübertragungsfähigkeit des flüssigen Wassers bedeutend schneller auftauen, z. B. in + 2grädigem Wasser viel schneller als in + 20grädiger Luft. Beim Auftauen in wärmerer Luft (Zimmer-Temperatur) wird sich auf den gefrorenen Fischen Feuchtigkeit aus der Luft niederschlagen, und damit werden auch die in der Luft enthaltenen schädlichen Keime auf die Oberfläche der Fische gelangen. Beim Auftauen in Eis wird auch heute noch vielfach kein keimfreies Eis genommen; hat der gefrorene Fisch während der Lagerzeit merklich an Gewicht verloren, so saugt er beim Auftauen begierig Flüssigkeit aus der Umgebung auf; das Schmelzwasser des Eises wird daher in den Fisch eindringen und denselben mit Bakterien infizieren. Beim Auftauen in Eis werden die Fische auch leicht gedrückt und verbogen, was unter Umständen schädlich ist, weil die Muskelfasern dadurch gebrochen werden und der Fisch äußeren Einflüssen leichter zugänglich wird. Auch die Kosten des Eises spielen natürlich eine Rolle. Günstig wirkt dagegen beim Auftauen in Eis die konstante tiefe Temperatur. Beim Auftauen in Wasser kann fast immer reines Leitungswasser genommen werden; die Temperatur des Wassers nähert sich beim Eintauchen der gefrorenen Fische von selbst dem Nullpunkt,

wenn die Wassermenge nicht unnötig groß genommen ist. Durch Zusatz von wärmerem Wasser oder durch Erneuerung des Wassers kann man die Geschwindigkeit des Auftauens bequem regulieren.

Die vergleichenden Versuche ergaben, daß man durch das Auftauen in Wasser oder Eis einen Teil des bei der Lagerung eingetretenen Gewichtsverlustes zurückgewinnen kann. Bei starker Austrocknung konnten bis zu 10% des Fischgewichtes zurückerhalten werden. Beim Auftauen in Luft konnte gelegentlich auch eine Gewichtszunahme beobachtet werden, aber nur nach starker vorangegangener Austrocknung; im allgemeinen trat bei dieser Auftaumethode ein kleiner Gewichtsverlust auf.

Es wurde ferner geprüft, ob das Auftauverfahren auf den Geschmackswert und auf die Haltbarkeit der Fische nach dem Auftauen von Einfluß ist.

Es zeigte sich, daß die Geschwindigkeit des Auftauens bei vergleichenden Auftauversuchen in Luft, kaltem Wasser und Eis anscheinend ohne Einfluß auf den Geschmackswert langsam gefrorener Fische ist. Wir möchten dieses Ergebnis noch nicht als feststehende Tatsache hinstellen, da uns die vorliegenden Versuchsreihen hierfür noch nicht ausreichend erscheinen. Weitere Versuche in dieser Richtung sind sehr erwünscht.

Bei sehr schnell gefrorenen Fischen können wir jedoch mit Sicherheit behaupten, daß die Geschwindigkeit des Auftauens den Geschmack in keiner Weise beeinflußt. Wir konnten uns von dieser Tatsache besonders bei den in Thisted nach der Ottesenschen Methode gefrorenen Schellfischen überzeugen. Ein Teil dieser Fische, der in der wärmeren Jahreszeit nach Hamburg gesandt wurde, taute unterwegs in der Kiste langsam auf; einzelne Fische kamen jedoch auch hart gefroren an und konnten in Hamburg schnell in kühlem Wasser aufgetaut werden. Ein Fisch (S 109) wurde sogar in siedendem Wasser direkt im Kochtopf aufgetaut. Das Auftauverfahren hat jedoch den Geschmack in keiner Weise beeinflußt. Unter diesen Umständen wird man natürlich dem einfachen und schnellen Auftauen im Wasser den Vorzug geben.

Es zeigte sich ferner, daß auch die Haltbarkeit der nach den verschiedenen Methoden aufgetauten Fische die gleiche war. Die Haltbarkeit war im übrigen um so länger, je stärker die Fische im Lagerraum ausgetrocknet waren.

6. Über die Haltbarkeit gefrorener Fische.

a) Im gefrorenen Zustande.

Es war nicht der Zweck unserer Versuche, die längstmögliche Aufbewahrungszeit der verschiedenen Fischarten im Gefrierraum festzulegen. Solche Beobachtungen müßten sich über ein großes Zeitintervall erstrecken, weil sich die meisten gefrorenen Fische bei entsprechend sorgfältiger Behandlung sicher viele Monate hindurch konservieren lassen. Unsere Aufgabe bestand in erster Linie in der Prüfung der verschiedenen Gefrierverfahren und der Lagerungsbedingungen verschiedener Fischarten bei einer verhältnismäßig kurzen aber in den meisten Fällen ausreichenden Lagerzeit von einigen Wochen. Mit wachsender Lagerzeit gehen die Fische selbst bei günstigsten Lagerungsbedingungen in der Qualität allmählich zurück; immerhin konnte eine gute Durchschnittsware noch nach folgender Lagerzeit erzielt werden:

bei Blaufischen, Kabeljau und Schellfischen, die in der Luft gefroren waren, nach 8—10wöchiger Lagerung bei -70^0,
bei Kabeljau und Schellfischen, nach Ottesen gefroren, nach 18—20 Wochen,

»	Makrellen, in Luft gefroren . . .	»	6—7 »
»	» nach Ottesen gefroren	»	11 »
»	Schollen, in Luft gefroren	»	7—8 »
»	» nach Ottesen gefroren .		
»	» im Eisblock gefroren . .	»	16 »
»	Aalen, in Luft gefroren	»	8 »
»	» nach Ottesen gefroren . . .	»	12 »
»	» im Eisblock gefroren . . .	»	16—18 »
»	Heringen, nach Ottesen gefroren .	»	6—7 »
»	Meerforellen, nach Ottesen gefroren	»	18 »
»	Hechten, nach Ottesen gefroren .	»	5 »
»	» desgl. in Jela gehüllt . .	»	10 »
»	Karpfen, nach Ottesen gefroren .	»	5 »
»	Schleien, nach Ottesen gefroren .	»	7 »

Es sei ausdrücklich betont, daß die mitgeteilten Wochenzahlen nicht die höchstmögliche Lagerzeit darstellen, sondern nur die längste von uns beobachtete Aufbewahrungsdauer solcher Fische, die im Lagerraum durch Einwickeln in Pergamentpapier oder andere Mittel vor der Verdunstung geschützt wurden. Bei freier Aufhängung ist die zulässige Lagerzeit wegen des hohen Gewichtsverlustes bedeutend kleiner.

b) Nach dem Auftauen.

Nach dem Auftauen wurden gefrorene Fische mit frischen Fischen in bezug auf ihre Haltbarkeit bei Aufbewahrung in zerkleinertem Eis bzw. in Luft von $+12^0$ untersucht. Die Untersuchung wurde hauptsächlich mit Fischen durchgeführt, die nach der Ottesenschen Methode gefroren waren. Das Ergebnis war sehr überraschend: es zeigte sich, daß die gefroren gewesenen Fische nicht nur die gleiche Haltbarkeit besaßen wie frische, sondern vielfach noch etwas länger genußfähig erhalten werden konnten. Die Erklärung kann nicht in der Austrocknung der gefrorenen Fische gesucht werden, weil bei dem verwendeten Material zum Teil gar kein Gewichtsverlust aufgetreten war. Im »Holländischen Bericht« werden ähnliche Ergebnisse mitgeteilt und wie folgt begründet:

Beim Gefrieren von Kabeljau und Seezunge findet eine Veränderung in der Fischhaut statt, durch welche ein besserer Schutz gegen die Invasion von Mikroorganismen gewährleistet wird. Bei einem gefroren gewesenen Kabeljau, der nach dem Auftauen schon eine Woche lang dem Verderben ausgesetzt war, und bei dem die sonstigen Fäulnisprozesse wie bei einem anderen Fisch verliefen, war eine Invasion von Mikro-

organismen durch die Haut noch nicht erfolgt. Bei anderen Fischarten wurde diese Erscheinung noch nicht untersucht.

Sehr wesentlich scheint uns auch die weitere Beobachtung, daß die Muskelfasern, die normalerweise bei nicht gefrorenen Fischen 1 bis 2 Tage nach dem Tode an zahlreichen Stellen quer durchbrechen, bei gefroren gewesenen Fischen selbst eine Woche nach dem Auftauen unversehrt bleiben.

Diese Erscheinung ist außerordentlich beachtenswert. Die Anwendbarkeit des Gefrierverfahrens würde sehr stark in Frage gestellt oder doch wenigstens sehr eingeschränkt werden müssen, wenn die Haltbarkeit nach dem Auftauen geringer wäre als bei nicht gefrorenen Fischen. Eine längere Haltbarkeit ist oft unbedingt erforderlich, denn die Ware gelangt in den seltensten Fällen direkt aus dem Kühlhaus zum Konsumenten.

(Fortsetzung folgt.)

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Über die Wärmeübertragung von strömendem überhitzten Wasserdampf an Rohrwandungen und von Heizgasen an Wasserdampf. Dr.-Ing. Rich. Poensgen. Ges.-Ing. **39**, Heft 23.

Die Arbeit stellt ein Referat der gleichnamigen Dissertation, München 1914, dar, ist aber ergänzt durch 2 Zahlentafeln, aus denen die Wärmeübergangszahlen von überhitztem Dampf von 1 bis 15 Atm., 2,5 bis 20 m/sec Geschwindigkeit und einer Temperatur von 100 bis 450° C für Durchmesser von 1 bis 12 cm zu entnehmen sind.

Kältemaschinen.

Eiserzeugungskraftwagen im Felde. Ed. Gust. Reif. Eis- und Kälte-Industrie **18**, Heft 5.

Prüfung einer zweizylindrischen, einfachwirkenden Ammoniakmaschine mit Doppelrohrkondensator und Doppelrohrverdampfer, Bauart Lurth. Stetefeld. Eis und Kälte-Industrie **18**, Heft 5.

Kälteverwendung.

Kältetechnik und Fleischhygiene. M. Reuter. Die Kälte-Industrie **13**, Heft 5, S. 33.

Es werden die Versuche durchgesprochen, die ein längeres Aufbewahren von Fleisch und die Verwendung von bedingt tauglichem Fleisch für den menschlichen Genuß ermöglichen. Auch auf das Gefrieren von Fischen wird kurz eingegangen. Von besonderem Interesse sind die Mitteilungen über die Untersuchung, die B. H. Ransom angestellt hat, um den Einfluß tiefer Temperaturen auf die Lebensdauer von Finnen in Fleisch festzustellen. Nach unseren gesetzlichen Vorschriften muß schwachfinniges Fleisch 21 Tage bei +2 bis +4° C aufbewahrt werden, ehe es genossen werden darf. In dieser Zeit sterben die Finnen mit Sicherheit ab. Ransom benutzte zu den Versuchen zwei starkfinnige Rinder. Die Körper hingen zunächst 24 Stunden nach dem Schlachten bei einer Temperatur etwas über dem Gefrierpunkt, wurden dann geviertelt und in den Gefrierraum gebracht, in dem —9 bis —12° C, meist —10° C herrschten. In zwei Tagen war das Fleisch in der Tiefe noch nicht durchgefroren, nach weiteren zwei Tagen aber vollständig. Ein Viertel wurde ungefroren in einem Kühlraum aufbewahrt. Teile eines Tierkörpers wurden nach 2, 3 und nach 6 Tagen aus dem Gefrierraume genommen, aufgetaut und in 18 bis 24 Stunden untersucht. Die Finnen wurden herausgenommen, in einem Wärmeapparat bei 4 bis 7° C auf Lebenszeichen geprüft und diejenigen, die sich dabei nicht bewegten, auch nicht beim Berühren mit einer Nadel, als tot betrachtet. Diese wurden ausgestülpt und die Köpfe nochmals auf feinste Bewegungen genau beobachtet. Es wurde folgendes festgestellt:

Rind I: Nach 2 Tagen lebte von 36 Finnen aus den oberen Fleischschichten eine. Nach 3 Tagen lebten von 16 noch 7. Nach 6 Tagen lebte von 63 Finnen keine mehr. 6 weitere Finnen, die Ransom verzehrte, erzeugten in 18 Wochen keinen Bandwurm, waren also durch die Einwirkung der Kälte abgetötet worden.

Rind II: Nach 4 Tagen lebten von 25 Finnen noch 10. Nach 5 Tagen lebte von 21 noch 1 schwach. Nach 6 Tagen lebte von 30 Finnen keine mehr. 5 weitere Finnen, die Ransom verzehrte, erzeugten in 15 Wochen keinen Bandwurm. Bei dem nichtgefrorenen Kontrollfleische waren 8 Tage nach dem Schlachten 12 geprüfte Finnen durchweg noch am Leben.

Aus den Versuchen folgt, daß die Rinderfinne bei einer Temperatur von —10° C in sechs Tagen sicher abgetötet wird, meist schon in fünf Tagen.

Verschiedenes.

Refrigerating machinery for Russia. V. N. Roolev. Ice and Refrigeration **50**, Heft 3.

Der Verfasser regt die Amerikaner an, sich an dem Wettbewerb auf dem Kältemaschinenmarkt in Rußland zu beteiligen. Dieser Markt wurde vor dem Kriege von Deutschland beherrscht, das, wie der Verfasser anerkennen muß, sehr gute Maschinen geliefert und sich den besonderen Bedürfnissen ausgezeichnet anzupassen verstanden hat. Der Verfasser gibt eine Anzahl technischer Daten bezüglich der Verhältnisse in Kühlhäusern zum Lagern von Fleisch, Eiern usw., wie sie die Eisenbahngesellschaften brauchen, und weitere, die sich auf Markthallenanlagen beziehen. Schließlich werden die üblichen Zahlungsbedingungen und die sonstigen Gepflogenheiten und Eigentümlichkeiten in Rußland erwähnt.

Über die Vermeidung von Schwitzwasser in Kellern. Prof. Dr. O. Knoblauch und Dr.-Ing. Fr. Noell. Gesundheits-Ingenieur **39**, Heft 13.

Die Bildung von Schwitzwasser an der Decke nicht gekühlter Obstkeller läßt sich dadurch verhindern, daß man die Wärmedurchgangszahl der Decke so bemißt, daß auch bei niedrigster Außentemperatur die Temperatur unter Decke den Taupunkt der Raumluft nicht unterschreitet. Als Anhaltspunkt für die Beurteilung des Feuchtigkeitsgehaltes der Raumluft diene die Feststellung ,daß in einem nicht gelüfteten Apfelkeller eine relative Feuchtigkeit von 87% bei +5° C gemessen wurde. Durch Versuche wurde festgestellt, daß sich über Obst, das ja als eine schwache Salzlösung zu betrachten ist, folgende relative Feuchtigkeit einstellte: Kirschen 98%, Pflaumen 96%, Pfirsiche 96%, Birnen 96%, Äpfel 93%.

Bücherbericht.

(Besprechung vorbehalten.)

Alle hier erwähnten und besprochenen Schriften sind zu beziehen durch die Buchhandlung R. Oldenbourg, München, Glückstr. 10.

Über den Schutz gegen Schall und Erschütterungen. Dr.-Ing. Rud. Ottenstein. Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, Reihe 2, Heft 1. R. Oldenbourg, München. Preis geh. 4 M.

Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Rindfleisch. Prof. Dr.-Ing. R. Plank und Dr. med. vet. E. Kallert. Abhandlungen zur Volksernährung. Herausgegeben von der Zentral-Einkaufsgesellschaft m. b. H. Heft 6. Verlag der Zentral Einkaufsgesellschaft m. b. H., Berlin. Preis 2 M.

Bestimmung des Reinheitsgrades der Gase bei den autogenen Metallbearbeitungsverfahren. Von Theo. Kautny, Ing. Verlag von Karl Marhold, Halle a. S. 1916. Preis 75 Pf.

Im vorliegenden Heftchen gibt der auf dem Gebiete der autogenen Metallbearbeitung bestens bekannte Verfasser eine

treffliche Zusammenstellung einfacher Untersuchungsmethoden, mit deren Hilfe sich der Ingenieur leicht über die Beschaffenheit der für autogene Metalltechnik meist benutzten Brennstoffe (Sauerstoff, Wasserstoff, Azetylen bzw. Karbid) vergewissern kann. Naturgemäß liegt hierbei das Hauptgewicht auf der bequemen Durchführbarkeit des Verfahrens, durch welches ein ungefähres Urteil von ausreichender Genauigkeit über die Eignung des Gases gewonnen werden soll.

Gerade das Gebiet der autogenen Metalltechnik setzt die Vertrautheit mit mancherlei chemischen Vorgängen voraus, sofern die Arbeit verständnisvoll und zweckentsprechend durchgeführt werden soll. Die orientierende Prüfung der Gase ist hierin ein nicht unwichtiges Glied, namentlich insofern, als bei einem eintretenden Unfall ihre Unterlassung unter Umständen als Fahrlässigkeit ausgelegt werden kann. Darum bedeutet das Heft eine neue Mahnung, dem Ingenieur bei seiner Ausbildung ein gewisses Maß chemischer Kenntnisse zu vermitteln, nicht, um aus ihm einen schlechten Chemiker zu machen, sondern um das Verständnis für seine eigenen Aufgaben zu fördern.

Spitzer.

Die siegende Kraft im Welthandel. Ein Blick in die Zukunft für Kaufleute und Techniker. Von Felix Stahl, Charlottenburg. Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin. Preis 2 M.

Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen.

Aus dem **Geschäftsbericht der Kühlhaus Zentrum A.-G., Hamburg,** über das Jahr 1915 entnehmen wir: Die Mieteeinnahmen sind recht befriedigend ausgefallen. Der Eisabsatz ist dagegen weiter zurückgegangen.

Die Betriebskosten sind entsprechend der größeren Inanspruchnahme unserer Kühl- und Gefrierräume gestiegen; die außergewöhnlich hohen Gasölpreise haben im besonderen dazu beigetragen.

Durch die Belegung unseres Kühlhauses für Heer, Flotte und die Zentral-Einkaufsgesellschaft wurde der Betrieb in außerordentlichem Maße beansprucht. Der hohe Wert der Einlagerung und die auf dem Spiel stehenden großen Interessen haben den Vorstand zu der Überzeugung gebracht, daß für die Umwandlung des Dieselmotoren-Betriebes in einen elektrischen Betrieb durch Anschluß an die Hamburgischen Elektrizitäts-Werke der geeignete Zeitpunkt gekommen sei. Da außerdem das Dieselmotoren-Treiböl stetig im Preise stieg, so führte er den Enschluß zur Umwandlung aus, so daß ein provisorischer Starkstrommotor bereits Anfang Juli in Betrieb kam. Die vollständige Umwandlung wird im Laufe dieses Jahres beendet sein. Die elektrischen Stromkosten sind wesentlich niedriger als die augenblicklichen Kosten für den Treibölbetrieb und werden voraussichtlich auch nicht die Kosten dieser Betriebsart in künftigen Friedenszeiten überschreiten. Es wurde infolge des zu erwartenden Verlustes bei dem Verkauf der Dieselmotoren und der stärkeren Beanspruchung der sonstigen Maschinenanlage eine besondere Abschreibung auf Maschinenkonto in Höhe von M. 50000 vorgenommen.

Die Gesamteinnahmen des Jahres 1915 betragen M. 765947,90
denen an Betriebsausgaben gegenüberstehen . . » 495360,76
M. 270587,14
so daß sich nach Abzug der üblichen sowie der
außerordentlichen Abschreibung von . . . . » 151827,48
ein Betriebsüberschuß ergibt von . . . . . M. 118759,66
um den sich der Verlust des Vorjahres vermindert.

Das Ergebnis der ersten Monate des laufenden Geschäftsjahres ist recht befriedigend, und die Aussichten für die Zukunft sind als gut zu bezeichnen.

Die garantierte Dividende von 5% gelangt zum letzten Male vom 29. April 1916 ab bei der Kommerz- und Diskonto-Bank, Hamburg, zur Auszahlung.

Aktiengesellschaft für öffentliche Lagerhäuser. In der unter dem Vorsitz des Präsidenten Kommerzialrat Berthold Schick abgehaltenen Generalversammlung der Ersten österreichischen Aktiengesellschaft für öffentliche Lagerhäuser wurde nach dem vom Direktor Hauptmann erstatteten Bericht beschlossen, pro 1915 eine 10proz. Dividende (gegen 8%) zur Verteilung zu bringen. Im Hinblick auf den in letzter Zeit erfolgten Besitzwechsel eines erheblichen Teiles der Aktien wurde eine Neuwahl des gesamten Verwaltungsrates vorgenommen und Kommerzialrat Berthold Schick, Ingenieur Karl Heimpel, August Bachofen, Freiherr v. Echt, Bela Straßer de Györvar wieder- und Samuel Stern, Edmund Hollos, Heinrich Redlich und August Schnabel neugewählt. In der darauffolgenden konstituierenden Sitzung des Verwaltungsrates wurde Direktor Berthold Schick zum Präsidenten und Ingenieur Karl Heimpel zum Vizepräsidenten wiedergewählt.

Kleine Mitteilungen.

Gemeinschaftsarbeit der großen technisch-wissenschaftlichen Vereine. Der Krieg erzieht zur Organisation. Fast täglich hören wir vom Zusammenschluß großer Industriegruppen, von Vereinigungen staatlicher, städtischer und privater Körperschaften zum gemeinsamen Vorgehen auf bestimmten Gebieten. Die gewaltigen technischen Leistungen, die der Krieg erfordert und die beim Übergang zum Frieden nicht geringer werden, haben nunmehr auch die großen technisch-wissenschaftlichen Vereine, deren umfangreichen Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten der Technik und Industrie Deutschland viel zu verdanken hat, zu der Überzeugung gebracht, daß große neue Aufgaben ihrer harren, die gemeinsam zu lösen, die heutige Zeit dringend erfordert.

Es gilt hier zum Wohle des ganzen Volkes in noch höherem Maße, als es bisher geschehen ist, dem gesamten technischen Schaffen aller Arbeitsgebiete: der Architektur, den verschiedenen Zweigen des Ingenieurwesens sowie der Chemie im Rahmen der wirtschaftlichen und staatlichen Organisationsformen die Stellung zu sichern, die ihnen gebührt.

Zu diesem Zwecke haben sich die nachstehend genannten Vereine: Verein deutscher Ingenieure, Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, Verein deutscher Eisenhüttenleute, Verein deutscher Chemiker, Verband deutscher Elektrotechniker, Schiffbautechnische Gesellschaft zu einem »Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine« zusammengeschlossen.

Den Vorsitz hat Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr.-Ing. C. Busley übernommen. Der stellvertretende Vorsitzende ist Herr Baurat Dr.-Ing. Taaks, das geschäftsführende Vorstandsmitglied Herr Dr. Th. Diehl. Die Geschäftstelle befindet sich in Berlin NW 7, Sommerstraße 4a.

Diese Vereinigung der großen technisch-wissenschaftlichen Vereine, die mit ihren nahezu 60000 Mitgliedern eine mächtige, ganz Deutschland umfassende Organisation bildet, wird vor große neue Aufgaben gestellt sein, z. B. in Fragen der technischen Gesetzgebung, der Vereinheitlichung technischer Grundlagen, des technischen Unterrichtswesens usw. Der Deutsche Verband wird zur Auskunft und Mitarbeit über alle mit der Technik zusammenhängenden Fragen den staatlichen und städtischen Behörden nicht minder wie allen anderen Kreisen unseres Volkes zur Verfügung stehen. Es wird geplant, einzelne Gebiete dieser Gemeinschaftsarbeit durch besondere Ausschüsse unter Mitwirkung aller in Betracht kommenden Kreise eingehend zu bearbeiten.

Über Deutschlands Grenzen hinaus wird der Verband auch bestrebt sein, die Beziehungen zu den verwandten Organisationen in den uns jetzt verbündeten Ländern enger zu knüpfen. Mit Unterstützung der maßgebenden Behörden wird es gelingen, durch den Zusammenschluß auch nach außen hin deutlich zum Ausdruck zu bringen, daß die Vertreter der Technik gewillt sind, mit den Vertretern aller anderen Berufsstände einheitlich und gemeinsam die Friedensaufgaben zu fördern, die sich nach dem Krieg ergeben. Die langjährigen Erfahrungen der angeschlossenen Vereine in der Behandlung der verschiedensten Gebiete werden gerade diesem neuen Verbande in vollstem Maße für seine Arbeiten zugute kommen.

Vernichtung der Rinderfinne durch Frieren. In Nordamerika sind, anknüpfend an die Tatsache, daß die Rinderfinne innerhalb 21 Tagen nach dem Schlachten im Fleische sicher abstirbt, Versuche unternommen worden, ob nicht die Finne bei Einwirkung hoher Kältegrade früher abstirbt. Es hat sich hierbei ergeben, daß die Rinderfinne bei einer Gefriertemperatur von etwa $-9\frac{1}{2}^0$ C in sechs Tagen sicher abgetötet wird, meist schon in fünf Tagen, aber oft vier oder weniger Tage leben bleibt. Um sicher zu gehen, muß man demnach sechs Tage als Abtötungszeit festhalten. Prof. Gloge sagt hierzu in der »Berl. Tierärztl. Wochenschr.«: Es würde zu empfehlen sein, in den Fleischschauregulativen neben der Methode der dreiwöchigen Kühlung das sechstägige Frieren bei 15° F als Mittel zur Abtötung der Rinderfinne zuzulassen. Daraus würden mancherlei Vorteile erwachsen. Rindfleisch bester Qualität hält sich zwar drei Wochen im Kühlhause, weniger gutes aber nicht zufriedenstellend. Für dieses wäre Frieren zu empfehlen. Zudem bringt die Abkürzung der Zeit den Nutzen mit sich, daß das Fleisch schnell zum Konsum gelangen kann und sich die finnigen Tierkörper nicht in der großen Zahl ansammeln wie in den drei Wochen beim Kühlen.

Der Deutsche Fleischer-Verband hat daraufhin eine Eingabe an das Reichsamt des Innern gerichtet und unter Hinweis auf den wirtschaftlichen Nutzen des kurzen Einfrierens statt der langwierigen Aufbewahrung im Kühlhause um Anstellung von Versuchen gebeten, damit das Einfrieren finniger Rinder auch in Deutschland im Fleischbeschaugesetz berücksichtigt wird. Da zurzeit in vielen Städten Gefrierhäuser in Betrieb sind, ist die Durchführung von Versuchen jetzt ziemlich leicht und auch die Möglichkeit der Einführung des Verfahrens in einer ganzen Anzahl von Großstädten gegeben. (Amtliche Zeitung des Deutschen Fleischer-Verbandes.)

Bei Gelegenheit der Sitzung der Arbeitsabteilung III am 4. Juli machte Herr Direktor Lukas einige Angaben über einen von ihm in Leipzig ausgeführten Versuch zur **Kaltlagerung von Kartoffeln.** Der Versuch fand von Mitte April bis Ende August 1915 statt. Die Kartoffeln wurden 1,5 m hoch geschüttet und bei einer Temperatur zwischen $+3{,}5$ und $-0{,}5^0$ C gelagert. Es handelte sich um einen Raum, der im allgemeinen anderen Zwecken diente und dessen Temperatur dadurch bedingt war. Obwohl die Kartoffeln den Winter über in einer Miete gelegen, dann einen längeren Bahntransport durchgemacht hatten und sich nicht in guter Verfassung befanden, war der Erfolg ein guter. Das Keimen wurde vollständig vermieden, die Kartoffeln blieben völlig gesund und konnten zu allen Zwecken gut verwendet werden. Ferner berichtete er über eine Angabe des Herrn Direktors W. Rost vom Königsberger Kühlhaus, daß bei ihm seit April d. J. ein großer Posten Kartoffeln in nicht gekühltem, aber von einem tief gekühlten Raum überdeckten trockenen Raum bei 10 bis 12° C über Null lagert. Die Kartoffeln wurden 1,2 bis 1,4 m hoch geschüttet. Trotz der reichlich hohen Temperatur ist der Erfolg ein zufriedenstellender.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente. Anmeldungen.

17b, 3. Sch. 47924. Oskar Schmeißer, Charlottenburg, Kaiser-Friedrichstr. 37a. Regelungsvorrichtung für die Wassermenge in Entlüftungseinrichtungen für das Wasser zur Klareisherstellung. 5. 11. 14.

Erteilungen.

17c, 4. 293269. Andreas Petrus Lundin, Long Island City, New York, V. St. A.; Vertr.: Pat.-Anwälte Dipl.-Ing. R. Specht, Hamburg, und L. A. Nenninger, Berlin SW 61. Kühlraum. 2. 2. 15. L. 42914.

17d, 5. 293298. Dipl.-Ing. Gustav Möller, Kiel, Fleethörn 25, und Dr.-Ing. Paul Christlein, Baden, Schweiz; Vertr.: Dipl.-Ing. Gustav Möller, Kiel, Fleethörn 25. Kondensationsanlage mit raschlaufendem, rotierendem Antrieb. 2. 3. 11. C. 20427.

Löschungen.

17d, 184901.

Auszüge aus den Patentschriften.

17g. 291751. Entspannungsmaschine zur Verflüssigung und Trennung von Gasen. Rudolf Mewes in Berlin.

Patentanspruch:

Entspannungsmaschine zur Verflüssigung und Trennung von Gasen, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben in der Entspannungsmaschine mit freiem Spiel läuft, so daß während des Arbeitens geringe verdichtete Gasmengen durch den Ringspalt zwischen Kolben und Zylinder nutzbringend hindurchgehen und die Anwendung von Schmiermitteln erübrigt wird.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz Ludwigshöhe.
Schriftführer: A. Kaufmann, Oberingenieur. Adr.: Berlin NW. 23, Brückenallee 11.
Schatzmeister: E. Brandt, Direktor. Adr.: Berlin NW. 5, Rathenower-Str. 53.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur G. Cattaneo, Berlin.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Direktor A. Lucas, Leipzig A.

Sitzung der Arbeitsabteilung III

im Hause des Vereines Deutscher Ingenieure am 4. Juli 1916.

Um die Kartoffelernte vor unnötigen Verlusten zu schützen, ist es erforderlich, die Kartoffeln in geeigneten Räumen aufzubewahren. Die Erfahrungen, die in wissenschaftlichen Instituten und praktischen Betrieben gemacht wurden, haben gelehrt, daß die günstigste Aufbewahrungstemperatur für Kartoffeln in der Nähe von $+4^0$ C liegt.

Die dauernde Aufrechterhaltung dieser Temperatur bei jedem gewünschten Feuchtigkeitsgehalt und Bewegungszustand der Luft kann am sichersten in solchen Räumen erreicht werden, die mit künstlicher Kühlung

ausgerüstet sind. Es ist zu erwarten, daß im Laufe des Sommers bis zum Herbst ein großer Teil des seit Kriegsausbruch eingelagerten Gefrierfleisches dem Verbrauch zugeführt werden wird, so daß für die Kartoffellagerung große Flächen in zahlreichen Kühlhäusern zur Verfügung stehen werden. Wenn diese Flächen auch nur ausreichen, einen sehr kleinen Teil der Ernte an Speisekartoffeln zu fassen, so sollte doch von dieser Möglichkeit in vollem Umfange Gebrauch gemacht werden, um dadurch wenigstens den Bedarf derjenigen Städte zu decken, in welchen sich große Kühlhäuser befinden. Man wird sich dabei auf die Sicherstellung derjenigen Kartoffelmengen beschränken können, die in dem Zeitraum kurz vor der neuen Ernte und in Zeiten der Zufuhrstörungen durch besondere Ereignisse oder Frost gebraucht werden. Es könnte ferner daran gedacht werden, die Lagerkeller der Brauereien, die wegen der verringerten Biererzeugung zum Teil unbenutzt stehen, für die Kaltlagerung von Kartoffeln zu verwerten.

Die Kosten der Lagerung in Kühlräumen stellen sich zwar höher als bei der Aufbewahrung in Mieten, doch ist hierbei in Rechnung zu ziehen, daß sowohl die Gewichtsverluste wie auch die Verluste durch Keimen und Fäulnis wesentlich eingeschränkt werden; hierdurch werden einerseits die Mehrkosten der Kaltlagerung gedeckt und anderseits werden die verfügbaren Mengen erhöht.

In einer Sitzung der III. Arbeitsabteilung des D.K.V., die am 4. Juli 1916 im Vereinshaus Deutscher Ingenieure in Berlin tagte und an der 22 Personen teilnahmen, wurde die Kaltlagerung von Kartoffeln sorgfältig und eingehend behandelt. Herr Geh. Regierungsrat Dr. Appel von der Kaiserlichen Biologischen Anstalt in Dahlem unterstützte die Beratung durch wertvolle Darlegungen über eigene experimentelle Forschungen und über die grundlegenden Arbeiten von Prof. Dr. Müller-Thurgau in Wedenswil betreffend die Zuckeranhäufung in Kartoffeln bei tiefen Temperaturen. Er berichtete ferner über die Ergebnisse umfangreicher Kartoffellagerungen in Kühlräumen der Stadt Köln und knüpfte daran wichtige Ratschläge über die bei solchen Lagerungen zu beachtenden Maßnahmen.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte und aller bisher über Kartoffellagerung bekannt gewordenen Erfahrungen wurden folgende Richtlinien festgelegt:

1. Nach Möglichkeit sollen nur durchaus gesunde, saubere und unverletzte Kartoffeln im Kühlhaus gelagert werden; es ist dafür Sorge zu tragen, daß sie möglichst trocken eingeliefert werden. Zweckmäßig erfolgt die Einlagerung unmittelbar nach der Ernte.

2. Die Schüttungshöhe soll bei stärkereichen, harten Sorten (z. B. Fürst Bismarck, Silesia, Woltmann, wohl auch Industrie, Up to date, Magnum bonum) nicht höher als 1,5 m, bei weichen Sorten (z. B. die Kartoffeln vom Imperatortyp) dagegen nicht höher als 1 m sein. Dabei kommen auf den Quadratmeter belegbarer Kühlraumfläche im ersten Falle etwa 1000 kg, im zweiten Falle etwa 700 kg. Bei größerer Schütthöhe entstehen leicht Druckstellen, welche die gute Erhaltung der Kartoffeln beeinträchtigen.

3. Die Temperatur in den Kühlräumen ist in der Nähe von $+4^{0}$ C zu halten; vorübergehende Schwankungen sind nur um 1 bis 2^{0} nach oben oder unten zulässig. Bei tieferen Temperaturen werden die Kartoffeln süß, während höhere Temperaturen das Keimen und die Fäulnisbildung begünstigen.

4. Die Kühlräume dürfen weder zu feucht noch zu trocken gehalten werden: im ersten Falle treten leicht Fäulniserscheinungen auf, während im zweiten Falle die Kartoffeln schrumpfen und an Gewicht sowie an Geschmack verlieren. Bei bisherigen Versuchen wurde bei $+4^{0}$ C mit gutem Erfolg ein Feuchtigkeitsgehalt der Luft von etwa 80% eingehalten. Es ist aber anzunehmen, daß für gesunde und trockene Kartoffeln eher eine etwas höhere Feuchtigkeit vorteilhaft ist.

5. Es ist notwendig, die bei der Atmung der Kartoffeln entstehende Kohlensäure und die besonders im Anfang der Lagerung auftretende innere Erwärmung der Kartoffeln zu beseitigen. Zu diesem Zwecke ist es erforderlich, sowohl regelmäßig etwas frische Außenluft zuzuführen als auch, besonders bei hoher Schüttung, die Haufen zu durchlüften. Das kann dadurch erreicht werden, daß man entweder die Kartoffeln auf hohl gelegte Holzroste schüttet, oder eine genügende Zahl Lüftungskanäle in wagerechter oder senkrechter Lage einbaut, die den Eintritt der kalten Luft in die unteren Schichten gestatten. Sowohl direkte Kühlung durch Kühlsysteme im Lagerraum selbst als auch indirekte mit außenliegendem Luftkühler ist, wenn der in Punkt 4 angegebene Feuchtigkeitsgehalt der Luft erreicht wird, brauchbar. Im ersteren Falle ist für häufige Entfernung des Reifansatzes und für sichere und schnelle Abführung des Tropfwassers ohne Benetzung der Kartoffeln zu sorgen, im letzteren Falle muß jeder starke Luftzug über den Kartoffeln vermieden werden.

6. Bei Einhaltung vorstehender Bedingungen können die Kartoffeln nach den bisherigen Erfahrungen bis zur neuen Ernte ohne größere Verluste gelagert werden.

Als weiterer Punkt der Besprechung wurde die Kaltlagerung von Obst und Gemüse behandelt. Der erste Vorsitzende des Deutschen Pomologen-Vereins, Herr Lorgus, Eisenach, begründete die Wichtigkeit der Kaltlagerung von Obst und hob die Schwierigkeiten hervor, die sich in dem individuellen Verhalten der einzelnen Obstsorten im Kühlhause entgegenstellen.

Eine Kommission, bestehend aus den Herren Lorgus, Lucas und Plank, wurde beauftragt, die sich als notwendig erweisenden Vorarbeiten für die weitere Behandlung des Gegenstandes in die Hand zu nehmen.

Der Obmann der Arbeitsabteilung III
A. Lucas.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN UND BERLIN

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang | **München, August 1916** | **8. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Etwas über graphithaltiges Schmieröl. S. 81. — Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren. Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig, Prof. Dr. E. Ehrenbaum, Hamburg, und Dr. med. Karl Reuter, Hamburg. (Fortsetzung.) S. 83. — Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei »trockenem« und »nassem« Kompressorgang. (Mitteilung aus dem Maschinenbaulaboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg.) Von Dr.-Ing. W. Koeniger. (Schluß) S. 86.
Zeitschriftenbericht. S. 88. — **Persönliches.** S. 88. — **Patentbericht.** S. 88.
Deutscher Kälte-Verein. S. 88.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Etwas über graphithaltiges Schmieröl.

Im Kältemaschinenbetrieb spielt die Verwendung durchaus geeigneter und den Betriebsbedingungen der einzelnen Maschinen angepaßter Schmiermittel insofern eine bedeutende Rolle, als diese Betriebe oft in ununterbrochener Tag- und Nachtarbeit tätig sind und der Stillstand einer Kältemaschine usw. oft sehr nachteilige Folgen für die betreffende Fabrikation nach sich zieht. Anderseits ist es bei der seit Kriegsausbruch zu beobachtenden Ölknappheit nicht ganz leicht, die erforderlichen Ölmengen in der verlangten Güte zu erhalten, ganz abgesehen von den fortgesetzt steigenden Preisen. Man ist vielmehr sehr oft gezwungen, die Ansprüche in bezug auf Qualität nicht unerheblich herabzusetzen und zu versuchen, durch reichhaltigere Schmierung, also geringere Wirtschaftlichkeit, gleichgroße Betriebssicherheit wie früher zu erzielen oder die Schmierstoffe durch geeignete Zusätze derart zu verbessern, daß bei gleichem oder wenn möglich geringerem Verbrauch das gleiche Endergebnis in bezug auf Betriebssicherheit erreicht wird wie früher. Von den vielen Versuchen nach dieser Richtung hin konnte bisher in der Praxis nur die Graphitzusatzschmierung festen Fuß fassen, aber auch nur in den Fällen, wo für die Verwendung besonders geeigneter Graphitzusätze gesorgt war. Im nachstehenden soll daher kurz auf diejenigen Voraussetzungen eingegangen werden, welche erforderlich sind, um ein risikofreies Ergebnis zu erreichen.

Die Vorteile der Graphitschmierung bestehen nicht nur in der Verringerung der Schmierölzufuhr, sondern in der gleichzeitigen Verbesserung der Reibungsflächen. Die mit Graphitzusatz geschmierten Maschinenteile werden bei Anwendung der unten näher beschriebenen Graphitölemulsion mit einem glänzenden, schwarzen Überzuge versehen, der sehr glatt ist und in die feinsten Vertiefungen (Poren) bzw. Unebenheiten eindringt, diese mit dem Schmierstoff anfüllt und dadurch die Reibungswiderstände ganz erheblich verringert. Die Zuführung von Graphit bewirkt aber weiter noch, daß der Überzug selbst von hohen Temperaturen nicht so leicht angegriffen wird, wie dies bei reiner Ölschmierung der Fall ist. Der Graphitzusatz ist somit auch besonders bei stark beanspruchten Maschinenlaufflächen am Platze und werden z. B. auch Dampfzylinder und andere unter hoher Wärme arbeitende Maschinenteile mit gutem Erfolg mit Graphitzusatz geschmiert. Damit nun Graphit in die dem unbewaffneten Auge meistens unsichtbaren Poren der Gleitflächen genügend eindringen kann, muß er nicht nur von allerfeinster Körnung sein, sondern vor allem frei sein von jeglicher Art schmirgelnder Bestandteile, wie Glimmer, Ton, Kieselerdeteilchen oder Unreinigkeiten anderer Art. Aus diesem Grunde ist die Verwendung des im Handel viel zu oft angebotenen natürlichen Graphits durchaus zu verwerfen. Selbst die aufbereiteten Sorten, die unter dem Namen Flockengraphit und Schuppengraphit gehandelt werden und

von Unreinigkeiten meistens gut befreit sind, können für die betriebssichere Schmierung von Maschinen nur bedingt in Betracht kommen. Sie sind spezifisch sehr schwer und setzen sich daher leicht in dem damit versetzten Schmieröl ab und führen somit nur allzu leicht zu Verstopfungen der Schmiergefäße, Schmierrohre und Schmiernuten der Lager usw. Besser ist schon der vollständig strukturlose und pulverisierte Pudergraphit, vorausgesetzt, daß besonders konstruierte Schmiergefäße verwendet werden, die eine ununterbrochene Durchmischung des Öles mit dem Graphitzusatz gewährleisten. Da dies aber wohl meistens nicht der Fall ist und für die Schmierung nur die gewöhnlichen Schmiergefäße bzw. Schmierpumpen oder Schmierpressen vorhanden sind und es sich außerdem in manchen Fällen gezeigt hat, daß besonders Flockengraphit seiner von Natur aus für den Schmiervorgang nicht gut geeigneten Schuppenform wegen nicht immer tief genug in die feinen Poren der Gleitflächen eindringen kann, so hat man versucht, den Graphit als flüssiges Präparat dem Schmieröl beizumischen. Der Erfolg nach dieser Richtung hin ist ein überaus großer gewesen, besonders, nachdem es gelang, den Graphit auf künstlichem Wege und von größter Reinheit, feinster Körnung sowie größter Schmierfähigkeit zu erzeugen und dieses Material mit dem Schmieröl zusammen zu einer vollständigen Emulsion zu verarbeiten. Es gibt zwar auch Emulsionen, welche statt des künstlichen Graphits von größter Reinheit und Feinheit den natürlichen Flockengraphit enthalten. Alle derartigen Präparate haben indessen den großen Nachteil, daß sich der Graphit zum größten Teil absetzt und, wie Versuche gezeigt haben, sich unmittelbar abfiltrieren läßt. Sie besitzen daher bei weitem nicht denselben Wert, wie eine wirkliche Graphitölemulsion, bei welcher eine Entmischung vollständig ausgeschlossen ist.

Künstlicher Graphit wurde bisher fabrikationsmäßig nur in Amerika nach dem Achesonschen Verfahren hergestellt. Er wird im elektrischen Ofen bei verhältnismäßig niedriger Spannung aber hoher Stromstärke und Temperatur erzeugt, ist nahezu chemisch rein und besitzt einen Kohlenstoffgehalt von etwa 99,8%. Die Verarbeitung zu Pulver ist so fein, daß die einzelnen Graphitteilchen nach den Versuchen von Ubbelohde die Brownschen Molekularbewegungen ausführen. Dieses Rohmaterial eignet sich besonders gut für die Herstellung eines Schmiermittels, und darauf abzielende Versuche haben zur fabrikationsmäßigen Erzeugung einer Schmierölemulsion Öldag geführt. Der Hauptwert dieses in Pastenform im Handel erhältlichen Graphitzusatzmittels besteht darin, daß man bei diesem wirklich von einer Emulsion reden kann, da der Graphit in feinster Form sich nicht abfiltrieren läßt, sondern mit dem verwendeten Öl zusammen ein nicht zu entmischendes Erzeugnis darstellt. Es braucht daher bei Verwendung von Öldag als Zusatzmittel für gewöhnliches Maschinen-, Dynamo- oder Zylinderöl nicht befürchtet werden, daß Verstopfungen der Schmierkanäle usw. vorkommen können, es brauchen somit auch keine abnormalen Schmiergeräte Verwendung finden, wie dies bei anderen Graphitzusatzpräparaten meistens der Fall ist.

Zur Herstellung einer Schmierölemulsion unter Benutzung von Öldag verwendet man gute, säurefreie Mineralöle in mittlerer Preislage, welchen man ½% der Graphitölpaste zusetzt. Am besten mischt man die Schmieröl-Emulsionsmischung in kleinen Gefäßen und nimmt beispielsweise auf 10 kg Schmieröl 50 g der Öldagpaste, welches gut mit dem Mineralöl durch wiederholtes Umrühren zu mischen ist. Eine derartige Ölgraphitmischung wird darauf in gleicher Weise wie gewöhnliches Schmieröl in die Schmiergefäße gefüllt und verwendet.

Nach den sehr eingehenden Versuchen, die Professor Ubbelohde, Karlsruhe, mit Öldag als Zusatzmittel für Schmierstoffe angestellt hat, wird durch den Graphitüberzug insbesondere die sog. »trockene Reibung« wesentlich herabgesetzt, und sind selbst bei Zusätzen von nur 0,35 bis 2% Ölersparnisse bis zu 50% und darüber festzustellen gewesen.

Die Vorteile der Graphitschmierung bestehen jedoch nicht nur in der Ersparnis an Schmieröl, sondern vor allem auch in der Verbesserung der Gleitflächen und Verringerung der Reibungswiderstände. So z. B. wurde seinerzeit in einem Falle festgestellt, daß sich bei einem Lager, welches mit 500 Umläufen in der Minute arbeitete, bei einem Lagerdruck von 8,7 kg der Reibungswiderstand um 40% verringerte, sobald dem Schmieröl ½% Öldag zugemischt war; die Reibungsarbeit verringerte sich dann weiter innerhalb einer Stunde nach der Graphitzumischung auf etwa 50%. Es ist daher bei Vorhandensein feinfühliger Instrumente gerade bei elektrischen Maschinen nicht sehr schwer, die Leerlaufsarbeit derselben bei Verwendung des einen oder anderen Schmierstoffes festzustellen.

Die Verwendung von Öldag ist u. a. auch vom Kgl. Handelsministerium besonders den Kgl. Bergwerksdirektionen zum Strecken von Schmieröl empfohlen worden und wird auf Veranlassung des Kriegsministeriums jetzt auch in Deutschland hergestellt. Nachteile durch die Anwendung des Graphitzusatzes sind bei diesem Präparat nicht beobachtet worden, auch ist das vorliegende Graphitschmiermittel im Gegensatz zu Nachahmungen ohne weiteres bei Dochtschmierung zu verwenden, bei welcher die meisten Graphitzusätze direkt versagen, weil die Dochte den Graphit zurückhalten. Wiederholte Versuche auch nach dieser Richtung hin zeigten, daß auch hierbei keine Entmischung des Öldags stattfindet.

Der Graphitzusatz ist ferner nicht nur bei Schmierölen, Maschinen-, Dynamo-, Kompressor- und Zylinderölen anwendbar, sondern mit gleich gutem Erfolge auch bei den Maschinenfetten, wie solche bei den vielen Zerkleinerungs- und Fördermaschinen des Bergwerksbetriebes viel gebraucht werden. Erfahrungsgemäß werden gerade in neuerer Zeit sehr viel künstlich mit

Leicht- und Schwerspat, Talkum und selbst Kreide beschwerte Fette geliefert und sind reine, unbeschwerte Fette nur zu sehr hohem Preise erhältlich. Es empfiehlt sich aber dringend, dennoch nur diese zu kaufen und zur Verringerung der Kosten den Verbrauch durch Graphitzusatz herabzusetzen und dadurch einen gangbaren Ausgleich zu schaffen. Wie bei den Ölzusätzen ist aber auch hier dafür zu sorgen, daß nur völlig aufbereitete Graphite, die frei von jeglichen schmirgelnden Bestandteilen sind, gewählt werden. Es kommen daher auch hier am besten nur die künstlichen Graphite in Betracht bzw. die hiermit versetzten Maschinenfette, die unter dem Namen »Gredag« im Handel erhältlich sind. WR.

Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren.

Von Prof. Dr.-Ing. **R. Plank,** Danzig, Prof. Dr. **E. Ehrenbaum,** Hamburg, und Dr. med. **Karl Reuter,** Hamburg.

(Fortsetzung.)

7. Die Ergebnisse der Kostproben.

Um die Anwendbarkeit des Gefrierverfahrens auf verschiedene Fischarten zu prüfen, wurde ein großer Teil der untersuchten Fische nach entsprechender Lagerzeit in verschiedenen Zubereitungen gekostet. Jede Fischart wurde in denjenigen Zubereitungen geprüft, welche für sie am häufigsten angewendet werden. Für ein sicheres Urteil über den Geschmack ist allerdings der gekochte Zustand der einwandfreieste, weil dabei selbst feine Geschmacksunterschiede am leichtesten erkannt werden können. Bei jeder anderen Zubereitung wird der Geschmack durch das verwendete Fett (gebraten) und in noch höherem Maße durch die Beize (mariniert) bzw. den Rauch (geräuchert) beeinflußt, so daß feinere Unterschiede leicht verdeckt werden. Für manche Fische ist jedoch das Kochen keine sonderlich schmackhafte Zubereitung, z. B. für Blaufisch und Makrele.

Bei den Kostproben wurden in der Regel frische, nicht gefrorene Vergleichsfische als Maßstab für die Beurteilung benutzt. Es wurden die Urteile sämtlicher Teilnehmer gesammelt, sorgfältig gegeneinander abgewogen und protokollarisch aufgenommen. Die Urteile bezogen sich auf das Aussehen, die Beschaffenheit, den Geruch und den Geschmack; aus dem ausführlichen Befund wurde alsdann ein kurzes Gesamturteil nach folgender Skala gebildet:

1. sehr gut,
2. gut,
3. ziemlich gut,
4. mäßig,
5. minderwertig,
6. ungenießbar.

Das Gesamturteil »sehr gut« wurde nur in solchen Fällen ausgesprochen, in denen ein Unterschied gegen eine gute nicht gefrorene Vergleichsware in keiner Beziehung auftrat; in anderen Fällen, in denen die Fische zwar als sehr schmackhaftes Gericht bezeichnet, jedoch als »Gefrierfische« erkannt wurden, begnügten wir uns mit dem Gesamturteil »gut«. Die Urteile »ziemlich gut« und »mäßig« beziehen sich auf solche Fische, an denen, sei es im Aussehen oder im Geschmack, irgend etwas auszusetzen war, die aber unter allen Umständen noch eine brauchbare Durchschnittsware lieferten. Das Urteil »minderwertig« galt für Fische, die zwar sehr wesentlich im Geschmack und Aussehen gelitten haben, aber zur Not noch verwertet werden können. Ein Fisch, der z. B. im gekochten Zustande »minderwertig« war, würde zum Marinieren oder als Fischsalat unter Umständen noch ganz gut zu brauchen sein. Das Urteil »ungenießbar« bezieht sich auf Fische, die in keiner Weise mehr verwertet werden können.

Bei der Beurteilung der einzelnen Fischarten werden im folgenden die angewendeten Gefriermethoden getrennt behandelt, und zwar:

A. Das Einfrieren in Luft. Darunter fallen sowohl diejenigen Fische, die bei — 7° im Kühlhaus von Suhr, Altona, bzw. im Kühlhaus Zentrum, Hamburg, wie auch diejenigen, die bei — 12° bei der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen, Hamburg, gefroren waren.

B. Das Einfrieren in Sole. Wir unterscheiden hier zwischen solchen Fischen, die nach Ottesen in einer ungesättigten Kochsalzlösung mit Eisabscheidung gefroren wurden, und solchen, die in einer konzentrierten Lösung von Kochsalz (Kühlhaus Zentrum, Hamburg) oder Chlormagnesium (Hafenkrankenhaus Hamburg) gefroren wurden.

C. Das Einfrieren im Eisblock. Nach diesem Verfahren wurden nur wenige Fische gefroren (A, M und Sch). Unter diese Kategorie fällt auch die Methode von Friedrichs, Altona, für Aale.

Von großem Einfluß auf den Geschmackswert ist außer der Gefriermethode auch die Art der Lagerung. Wir unterscheiden dabei im folgenden zwischen »geschützter« und freier«» Lagerung. Unter der geschützten Lagerung ist ganz allgemein eine solche verstanden, bei welcher die freie Verdunstung durch irgendein Mittel — sei es eine während eines großen Teils der Lagerzeit anhaftende Glasur, das Einwickeln in Pergamentpapier, die Umhüllung mit einem passenden Überzug (Jela, Paraffin) oder auch einfach ein dichtes Zusammenpacken — verhindert wird.

Nach längerer Lagerzeit nimmt der Geschmackswert bei allen Fischarten ständig ab. Diese Geschmacksverringerung wird im wesentlichen durch die drei folgenden Faktoren beeinflußt:

1. Zunehmende Wasserverdunstung; sie verleiht den Fischen einen trockenen Geschmack, der bei sehr starker Verdunstung bis ins »Strohige« und »Lederne« ausarten kann.

2. Verflüchtigung aromatischer Substanzen, die im allgemeinen mit der Verdunstung des Wassers Hand in Hand geht; sie raubt den Fischen

Tabelle 9.

Fisch	Gefriermethode	Zubereitungsart	Lagerung	Urteile: Sehr gut	Gut	Ziemlich gut	Mäßig	Minderwertig	Ungenießbar
Blaufisch und Pollack	In Luft	gebraten	geschützt	—	15	—	35	—	—
		geräuchert	geschützt	—	40	66	—	—	—
			frei	—	40	—	66	—	—
	In Sole	gebraten	geschützt	—	—	84	—	—	—
		geräuchert	geschützt	—	—	50	—	—	—
Kabeljau	In Luft	gekocht	geschützt	—	—	56	—	—	—
			frei	—	—	35	56	—	—
		geräuchert	geschützt	—	35		—	—	—
			frei	—	35	51	66	—	—
	Ottesen	gekocht	geschützt	50	—	125	—	—	—
Schellfisch	In Luft	gekocht	geschützt	40		56	—	—	—
			frei	—	15	—	35		—
		geräuchert	geschützt	—	—	75	—	—	—
			frei	—	—	—	75	86	—
	Ottesen	gekocht	geschützt	149	—	—	—	—	—
Makrele	In Luft	gebraten	geschützt	—	—	35—40	—	—	—
			frei	—	—	—	40	—	—
		mariniert	geschützt	—	66	—	—	—	—
			frei	—	—	66	—	—	—
		geräuchert	frei	—	35	66		—	—
	Ottesen	gebraten	geschützt	22	—	—	—	—	—
		mariniert	geschützt	22	—	—	—	—	—
Hering	Ottesen	gebraten	geschützt in Pergament	—	19	42	51	92	—
			geschützt in Paraffin	20	40—50	—	91		—
		mariniert	geschützt in Pergament	21	42	50	92	—	—
		geräuchert	geschützt in Pergament	—	11	21	42	—	—
Aal	In Luft	gekocht	geschützt	—	—	57	—	—	—
			frei	15	—	—	57	—	—
		mariniert	frei	—	35		—	—	—
		geräuchert	geschützt	—	40	—	—	—	—
			frei	—	—	66	—	—	—
	In Sole	gekocht	geschützt in Pergament	21	—	84	—	—	—
			geschützt in Paraffin	43	—	—	—	—	—
		geräuchert	geschützt	—	83	—	—	—	—
			frei	—	—	83	—	—	—
	Im Eisblock (nach Friedrichs)	gekocht	geschützt	125	—	—	—	—	—
		geräuchert	geschützt	125	—	—	—	—	—
Scholle	In Luft	gekocht	geschützt	—	40	56	—	—	—
			frei	—	15	—	40	56	—
	Ottesen	gekocht	geschützt	22	—	50	—	—	—
	Im Eisblock	gekocht	geschützt	—	—	114	—	—	—
Kliesche und Flunder	In Luft	geräuchert	geschützt	—	—	35		66	—
			frei	—	—	—	—	—	66
Hecht	Ottesen	gekocht	geschützt in Pergament	7	32		39—43	85	—
			geschützt in Paraffin oder Jela	24—39	43—46	74	—	—	—

ihren spezifischen Geschmack, macht das Fleisch fade und neutral, und fällt bei den besseren Fischarten besonders ins Gewicht.

3. Veränderungen im Fett, die den fettreichen Fischen einen tranig-ranzigen Beigeschmack verleihen. Es handelt sich hierbei vermutlich um eine

langsame fermentative Spaltung des Fettes in Fettsäuren und Glyzerin und eine anschließende Oxydation der Spaltungsprodukte zu Ozaniten und Aldehyden unter dem Einfluß des Luftsauerstoffes.

Die Ergebnisse der Kostprobe sind in Tabelle 9 zusammengestellt. Die Zahlen bedeuten die Anzahl Lagertage in gefrorenem Zustand, nach denen die Kostprobe stattfand.

Es wurden ferner einige Karpfen, Schleien, Bachforellen, Meerforellen, Rochen und Dornhaie mit dem Ergebnis gekostet, daß sich die Lachsarten (Bachforellen und Meerforellen) ausgezeichnet für das Gefrieren eignen, während die Dornhaie durch das Gefrieren einen faden und nichtssagenden Geschmack erhalten.

8. Die histologischen und geschmacksphysiologischen Veränderungen gefrorener Fische[1]).

Vergleichende Untersuchungen zahlreicher Fischfleischproben führten zur Aufstellung der drei folgenden praktisch wichtigen Fragen:

1. Sind die auftretenden Gewebsveränderungen durch schnelles oder langsames Einfrieren zu beeinflussen, und welches ist die günstigste Methode?

2. Können die durch den Gefrierprozeß entstandenen Gewebsveränderungen sich nach dem Auftauen wieder ausgleichen oder zurückbilden, und sind sie durch die Art des Wiederauftauens zu beeinflussen?

3. In welcher Weise beeinflussen sie den Wert des Fisches als Nahrungsmittel? (Haltbarkeit nach dem Auftauen, Nährwert, Bekömmlichkeit, Schmackhaftigkeit.)

a Abb. 33. *b*

Schon sehr bald nach Inangriffnahme der ersten Versuche zeigte sich zwischen den in stark abgekühlter Salzsole gefrorenen, also sehr schnell vereisten Fischen und denjenigen, welche in der Luft des Kühlhauses langsam durchfroren waren, ein mit bloßem Auge auf dem Durchschnitt deutlich erkennbarer Unterschied. Die langsam gefrorenen Fische hatten auf dem Schnitt verhältnismäßig grob kristallinische Struktur, wiesen erkennbare, mit Eiskristallen angefüllte Lücken zwischen den Muskelbündeln auf und erschienen hell durchscheinend (Abb. 33 b). Die schnell gefrorenen Objekte hingegen ließen keine mit bloßem Auge sichtbaren Strukturveränderungen wahrnehmen, waren auf der Schnittfläche gleichmäßig opak von mattem Aussehen (Abb. 33 a). Nach dem Auftauen pflegten diese grob sichtbaren Unterschiede zum Teil wieder ziemlich schnell zu verschwinden, da bei Erweichung des

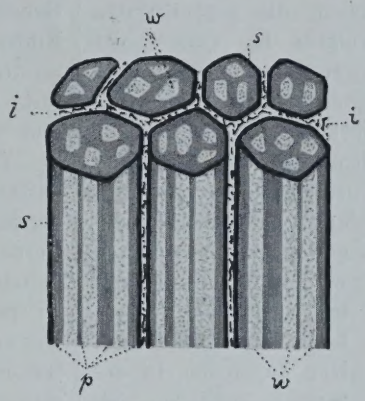


Abb. 34.

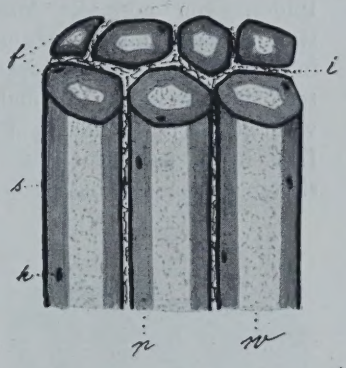


Abb. 35.

Gewebes die Lücken versintern und die Lichtbrechung sich ändert. Der Abfluß von Gewebssaft zeigte sich im ersteren Falle stärker als im zweiten, unter der Voraussetzung, daß in beiden Fällen die Dauer des Gefrierzustandes die gleiche gewesen war.

Mikroskopisch zeigten sich zwischen den beiden verschiedenen Erscheinungen, wie von vornherein zu erwarten war, ganz erhebliche Unterschiede. Die nach der Schnellmethode gefrorenen Fische ergaben Strukturveränderungen feinerer Art; es handelte sich hier um Abscheidung und Ausfrieren von Flüssigkeitssäulchen innerhalb der Muskelfasern. Dabei zeigte sich, daß in der Peripherie, d. h. dicht unter der Haut an der Oberfläche, die einzelnen Eissäulchen innerhalb jeder der Muskelfasern zahlreicher und dünner auftreten (Abb. 34). Mit zunehmender Entfernung von der Oberfläche, also mit sinkender Gefriergeschwindigkeit, nahmen sie an Zahl ab und wurden größer, so daß jede Muskelfaser schließlich nur ein einziges enthielt (Fig. 35). Bei größeren Fischen endlich zeigte sich ganz im Zentrum der Muskulatur ein Austritt der Flüssigkeit aus der Muskelfaser, eine Sprengung des Sarkolemms (der Muskelfaserhülle) und ein Erguß in die die Muskelfasern umgebenden Bindegewebslücken, so daß die

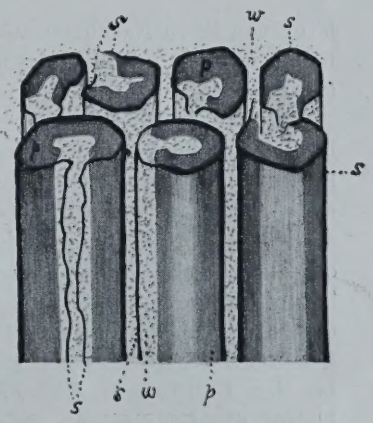


Abb. 36.

[1]) Von Dr. med. Karl Reuter verfaßt.

Fasern selbst zusammengedrängt und beiseite geschoben erschienen (Abb. 36).

Noch wesentlich anders sehen die Querschnittsbilder aus, welche man von der Muskulatur der sehr langsam in Luft gefrorenen Fische erhält. Hier findet man innerhalb der einzelnen Muskelfasern überhaupt keine Lücken mehr, welche die Flüssigkeitsausscheidung und Bildung von Eissäulen im Innern des Sarkoplasmas erkennen lassen. Vielmehr gleichen die einzelnen Fasern stark zusammengepreßten Leisten oder scharfkantigen massiven Säulchen, die gegenüer den Bildern von normaler Muskulatur im Querschnitt stärker geschrumpft bzw. eng zusammengepreßt und in Gruppen auseinandergedrängt erscheinen. In den weiten, stellenweise bis zu makroskopischer Sichtbarkeit verbreiteten unregelmäßig spaltförmigen und buchtigen Lücken findet sich der Raum, der von den auskristallisierten Flüssigkeitsmassen nebst dem spärlichen Bindegewebe eingenommen wird. Die Flüssigkeit friert also hier außerhalb der Muskelfaser. Den Zügen des Bindegewebes schließen sich die erwähnten Lücken in ihrem Verlaufe an, und mit der Verbreiterung desselben vergrößern sie sich, so daß sie die zu einheitlichen gröberen Bündeln zusammengeordneten von derberen Bindegewebszügen umschlossenen Abschnitte der Muskulatur von ihren Nachbarelementen durch breite, klaffende, mit Eis gefüllte Lücken nach allen Seiten abgrenzen. (Abb. 37.)

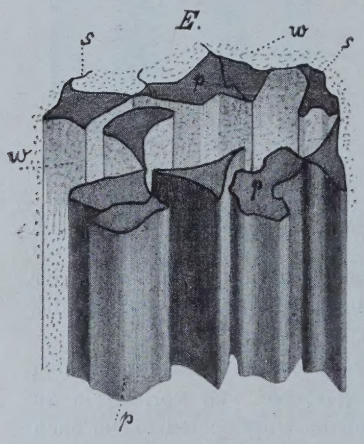


Abb. 37.

Durchschnittlich fanden wir also, daß der wesentliche Unterschied zwischen den in der Luft bei Kühlhaustemperatur von — 7 bis — 12° und in Sole von ca. — 15° C gefrorenen Fischen regelmäßig auf der beschriebenen Größendifferenz der auskristallisierten Eiselemente beruht. Es ist dies das praktisch zweifellos bedeutsamste Moment und erklärt, weshalb nach dem Auftauen von der Schnittfläche des Fleisches bei Solefischen spontan weniger Fleischsaft abfließt als bei den Luftfischen. Der Fleischsaft wird eben, je kleiner die Lücken, um so stärker durch Kapillarkräfte zurückgehalten. Aber schon durch leichten Druck lassen sich die letzteren überwinden, und so kann man durch künstliches Auspressen, allein mit der Hand, wie aus einem Schwamm den Muskelsaft aus einem längere Zeit gefroren gewesener Fisch — einerlei, ob schnell oder langsam gefroren — entfernen. Das ist ein nicht unwesentlicher Nachteil der gefrorenen Ware, die auf diese Weise leicht von frischer unterschieden werden kann.

Er macht einen äußerst sorgfältigen Schutz vor Pressung nach dem Auftauen zur Bedingung und legt es nahe, gefroren gewesene Fische möglichst unzerlegt zum Genuß zuzubereiten.

Jedenfalls ergibt sich aus dem Gesagten die Tatsache, daß möglichst schnelles Einfrieren (Einfrieren in flüssiger Luft, Kohlensäure, tief gekühlter Sole) den mikroskopisch-anatomischen Bau des Muskelgewebes am wenigsten schädigt, und daß aus diesem Grunde ein solches Verfahren allen langsam arbeitenden Einfriermethoden vorzuziehen sein wird, weil seine zerstörenden Wirkungen weniger grobe sind und Verluste an Fleischsaft und damit an wertvollem Eiweiß und Salzen am ehesten vermieden werden können.

Theoretisch interessant und bemerkenswert ist die auffallende Übereinstimmung, welche das Ergebnis der histologischen Prüfung mit den rein physikalischen Forderungen gehabt hat, welche an die Gesetzmäßigkeiten des Kristallisationsprozesses von seiten der Gefriergeschwindigkeit gestellt werden (vgl. Abschnitt 2). Die in den Muskelfasern beim schnellen Einfrieren auftretenden Eissäulchen wird man unschwer mit Kristallisationszentren identifizieren können und ihre Vermehrung und Verkleinerung sowie ihr schließliches Verschwinden innerhalb der Muskelfasern bei zunehmender Gefriergeschwindigkeit so ohne weiteres verstehen. Dieser Parallelismus zwischen den physikalischen und morphologischen Erscheinungen beim Gefrieren der Muskulatur läßt sich im wesentlichen auch auf alle Weichteilgewebe übertragen. (Schluß folgt.)

Untersuchung eines schnellaufenden Schwefligsäurekompressors bei „trockenem" und „nassem" Kompressorgang.

(Mitteilung aus dem Maschinenbaulaboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg.)

Von Dr.-Ing. W. Koeniger. (Schluß.)

In Abb. 38—41 sind die Wärmebilanzen graphisch zusammengestellt, und zwar in Abb. 38—39 in Abhängigkeit vom Dampfzustand für die Umlaufzahlen 336 und 232 Uml./min und in Abb. 40—41 in Abhängigkeit von den Umlaufzahlen für die Dampfzustände vor dem Kompressor, 104 v. H. Dampfüberhitzung (4° Überhitzungstemperatur), und 88 v. H. Dampfgehalt. Die Kondensator- und Verdampferleistungen bei adiabatischer verlustloser Kompression sind ebenfalls in die Abbildungen eingetragen.

Die Höhe des Lieferungsgrades λ bedingt die Größe der wirklichen Verdampferleistung; diese steigt stark mit wachsender Überhitzung an. Der Arbeitsbedarf steigt bedeutend langsamer als die Verdampferleistung, entsprechend der günstigeren Leistungsziffer bei höheren Überhitzungsgraden.

Der Wert der Kolbenreibung $\pm$ Strahlung nimmt langsam mit der Dampffeuchtigkeit vor dem Kom-

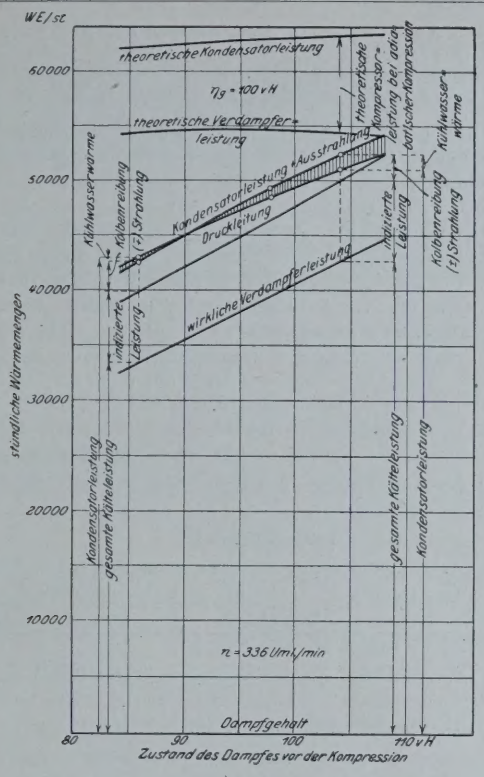


Abb. 38. $n = 336$ Uml./min.

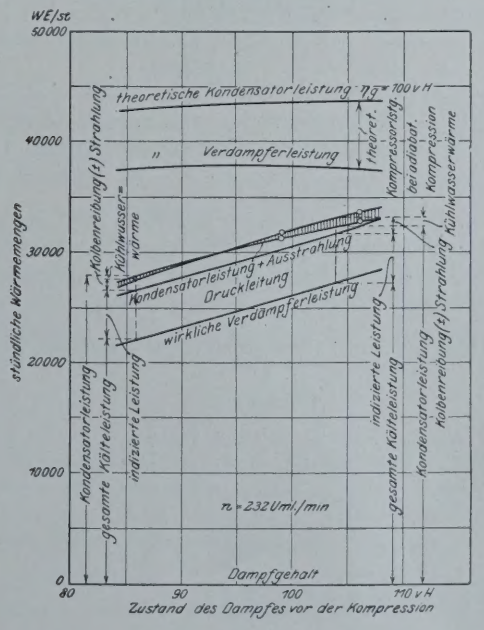


Abb. 39. $n = 232$ Uml./min.

Abb 38—39. Wärmebilanzen bei verschiedenen Ansaugezuständen.
Druck vor der Kompression: $p_4 = 1{,}20$ at abs., $t_4' = -6{,}7°$ C.
Druck nach der Kompression: $p_5 = 5{,}00$ at abs., $t_5' = +32{,}3°$ C.
Unterkühlung vor dem Regulierventil: $t_8 = +10{,}8°$ C.

pressor zu, weil ja die Einstrahlung zwischen Kompressor und der Meßstelle 4 mit der Abnahme der Überhitzung zunimmt. Zwischen 92 und 94 v. H. Dampfgehalt beginnt bei allen Umlaufzahlen die Einstrahlung von Wärme aus dem Kühlwasser, die jedoch nur geringe Beträge aufweist. Für gleiche Überhitzungen

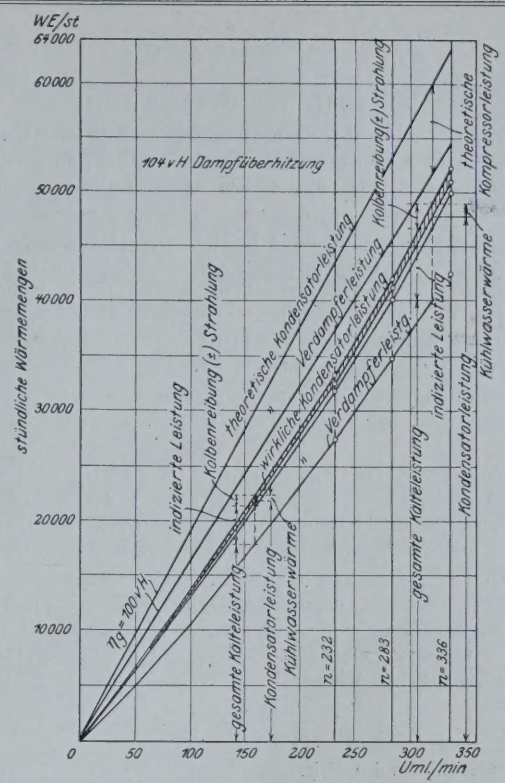


Abb. 40. 104 v. H. Dampfüberhitzung.

sind natürlich die Kühlwasserwärmen um so größer, je höher die Umlaufzahl ist.

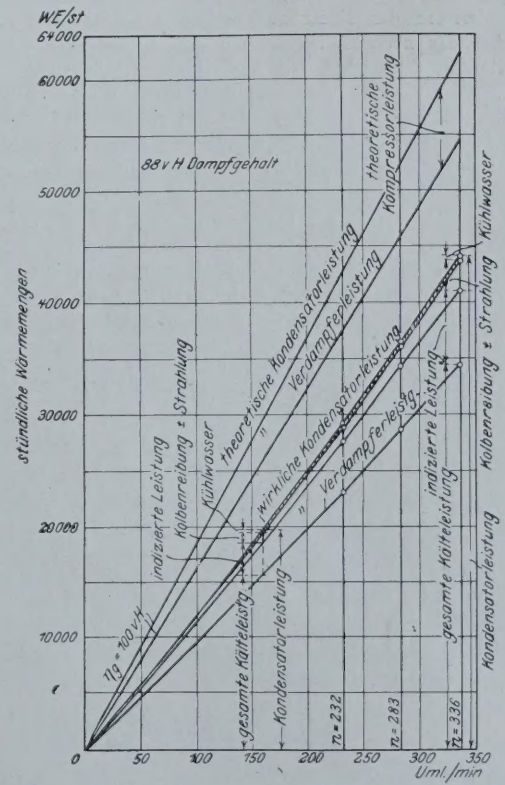


Abb. 41. 88 v. H. Dampfgehalt.

Abb. 40—41. Wärmebilanzen bei verschiedenen Umlaufzahlen.
Druck vor der Kompression: $p_4 = 1{,}20$ at abs., $t_4' = -6{,}7°$ C.
Druck nach der Kompression: $p_5 = 5{,}00$ at abs., $t_5' = +32{,}3°$ C.
Unterkühlung vor dem Regulierventil: $t_8 = +10{,}8°$ C.

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Measurements on the specific heat of copper between 14 and 90° K. W. H. Keesom and H. Kamerlingh Onnes. Communications from the physical laboratory of the University of Leiden, Nr. 147.

Further experiments with liquid helium. O. On the measurement of very low temperatures XXV. The determination of the temperatures which are obtained with liquid helium, especially in connection with measurements of the vapour-pressure of helium. H. Kamerlingh Onnes and Sophus Weber. Communications Leiden, Nr. 147.

Methods and apparatus used in the cryogenic laboratory XVI The neon-cycle. H. Kamerlingh-Onnes. Communications Leiden, Nr. 147.

Isothermals of monatomic gases and of their binary mixtures XVII. Isothermals of neon and preliminary determinations concerning the liquid condition of neon. H. Kamerlingh Onnes and C. A. Crommelin. Communications Leiden, Nr. 147.

On the measurements of very low temperatures XXVI. The vapour-pressures of oxygen and nitrogen according to the pressure measurements by v. Siemens and the temperature-determinations by Kamerlingh Onnes c. s. G. Holst. Communications Leiden, Nr. 148.

Kälteverwendung.

Das neue Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien. Heinrich Goldemund. Zeitschrift d. österreichischen Ingenieur- u. Architekten-Vereins **68**, Heft 21, 22.

Der Aufsatz enthält neben einigen Ausführungen über die Betätigung des Wiener Stadtbauamtes im Kriege und über die Erfordernisse der Fleischaufbewahrung ausführliche Angaben über das neue Gefrierhaus, dessen Gesamtanlage und Einzelheiten in zahlreichen mit Maßzahlen versehenen Abbildungen gezeigt werden. Das Kühlhaus bedeckt eine Grundfläche von 3524 qm und wird zunächst dreistöckig gebaut, doch so, daß später drei weitere Stockwerke aufgesetzt werden können. Das Erdgeschoß enthält drei Gefrierspeicher für Fleisch, drei Ausbring- und Auftauräume; der 1. Stock Kühlräume für Fleisch, der 2. Stock Raum für Wild, Geflügel, Fische, Eier und Butter usw. Die nutzbare Fläche des Erdgeschosses beträgt 2130 qm, die des ersten und zweiten Stockwerkes je 2325 qm. Die Anordnung des Kühlhausgrundwassers weicht von der üblichen ab. Die Aufzüge liegen in der Mitte des Gebäudes und verbinden die oberen Stockwerke mit einer im Erdgeschoß liegenden Hantierungshalle, in der sich auch die notwendigen Wagen befinden. Diese Halle geht quer durch das Gebäude und führt auf zwei Verladerampen, die an den beiden Längsseiten des Gebäudes entlang gehen. Der Wareninhalt des Hauses beträgt bei der geplanten Verwendung: 970000 kg Gefrierfleisch, 450000 kg frisches Fleisch, 1800000 Eier, 175000 kg Speck, 65000 kg Butter, 200000 kg Fische und 160000 kg Wild. Verwendet man alle Räume zum Lagern von Gefrierfleisch, so kann man 3670000 kg lagern. Nach dem völligen Ausbau auf 6 Stockwerke wird man 7200000 kg Gefrierfleisch unterbringen können. Die Isolierung erfolgt überall durch Korkstein und ist sehr sorgfältig durchdacht. Aus einer besonderen Abbildung können die Stärken der Korkplatten an allen Stellen ersehen werden. — Die Kältemaschinen sind von L. A. Riedinger geliefert und arbeiten mit Kohlensäure. Für den jetzigen Ausbau sind drei Zwillingskompressoren, die je 300000 Kal. pro Stunde leisten, vorgesehen. Zu jedem Kompressorzylinder gehört ein Berieselungsverflüssiger und ein Tauchverdampfer. Jedes Stockwerk besitzt eigene Solepumpen, die jedoch alle miteinander verbunden werden können. Die Luftkühler sind auf die Stockwerke verteilt und bestehen aus Soleröhren. Der Antrieb aller Maschinen erfolgt durch Elektromotoren, für die der Strom dem städtischen Netz entnommen und im Kühlhause von 5000 V auf 220 V umgeformt wird. Die Anlage enthält 31 Elektromotoren mit zusammen 654 PS Leistung. Die Motoren zum Antrieb der Verdichter leisten je 125 PS. — Im ganzen sind an Kühlröhren 53 km, an Solehauptleitung 1800 m, Kühlwasserleitung 280 m, an Luftschläuchen 2550 m eingebaut. Jeder Verdampfer enthält 1550 m, jeder Verflüssiger mit Flüssigkeitskühlern je 2200 m Rohr. Außer den maschinentechnischen Angaben werden noch eingehende bautechnische gemacht.

Verschiedenes.

Die Oberflächenkondensation des Wasserdampfes. Prof. Dr. Wilhelm Nusselt. Ztschr. d. Vereins deutsch. Ingen. **60**, Heft 27.

Elektrische Temperatur-Fernschreiber. Otto Hauser. Zeitschr. d. Vereins d. Ingenieure **60**, Heft 27.

Schwingungs- und Resonanzerscheinungen in den Rohrleitungen von Kolbengebläsen. Dr.-Ing. W. Borth. Zeitschrift des Vereins d. Ing. **60**, Heft 28, 29, 30.

Persönliches.

Herr Geheimrat Professor Dr.-Ing. C. v. Linde ist zum korrespondierenden Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften gewählt worden.

Herr Professor Dr. Heinel ist zum Rektor der Techn. Hochschule Breslau gewählt worden.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente. Anmeldungen.

17d, 1. M. 57225. Donald Barns Morison, Hartlepol, Engl.; Vertr.: Dipl.-Ing. C. Fehlert, G. Loubier, F. Harmsen, A. Büttner, E. Meißner u. Dr.-Ing. G. Breitung, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 61. Dampfkondensator. 24. 10. 14. Großbritannien 25. 10. 13 und 16. 2. 14.

17d, 5. B. 78713. Otto Bühring, Mannheim M. 6. 15. Rohrboden aus hartem Metall (Flußeisen, Bronze u. dgl.) für Wärmeaustauschapparate mit Durchbrechungen zum Durchstecken der Rohre. 16. 12. 14.

17e, 2. R. 42526. Dr. Karl Röder, Goethepl. 3, und Heinrich Schmidt, Kuhlenstr. 35, Mülheim (Ruhr). Kaminkühler mit Berieselungseinbau. 1. 11. 15.

Erteilungen.

17d, 5. 293898. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Rob. Boveri, Mannheim-Käferthal. Entlüftung von Heberleitungen in Kondensationsanlagen mit Wasserstrahl-Luftsaugern. 10. 3. 14. A. 25562.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz Ludwigshöhe.

Schriftführer: A. Kaufmann, Oberingenieur. Adr.: Berlin NW. 23, Brückenallee 11.

Schatzmeister: E. Brandt, Direktor. Adr.: Berlin NW. 5, Rathenower-Str. 53.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig.

Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur G. Cattaneo, Berlin.

Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Direktor A. Lucas, Leipzig A.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang **München, September 1916** **9. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren. Von Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig, Prof. Dr. E. Ehrenbaum, Hamburg, und Dr. med. Karl Reuter, Hamburg. (Schluß.) S. 89. — Versuche über die Wärmeübertragung in Ammoniak-Doppelrohrkühlern. S. 92. — Feuersicherheit in Kühl- oder Gefrieranlagen. S. 93.

Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen. S. 94.
Kleine Mitteilungen. S. 95.
Zuschrift an die Schriftleitung. S. 95.
Patentbericht. S. 96. — **Druckfehlerberichtigung.** S. 96.
Deutscher Kälte-Verein. S. 96.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren.

Von Prof. Dr.-Ing. **R. Plank**, Danzig, Prof. Dr. **E. Ehrenbaum**, Hamburg, und Dr. med. **Karl Reuter**, Hamburg.

(Schluß.)

Es taucht nun die Frage auf, ob die beim Gefrieren auftretenden histologischen Veränderungen bei oder nach dem Aufbauen von selbst wieder verschwinden.

Zweifellos könnte man mit der Möglichkeit rechnen, daß nach dem Auftauen die mikroskopischen kleinen Flüssigkeitsansammlungen innerhalb und auch in der Umgebung der Muskelfasern wieder von den letzteren aufgesaugt werden, zumal sich diese Flüssigkeit durch den Gefrierprozeß allein chemisch in keiner Weise vermindert haben kann, und weil sie dem Sarkoplasma, dem Muskeleiweiß selbst, entstammt. Leider scheint dies nach dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen keineswegs der Fall zu sein. Nur wenn der Zustand des Gefrorenseins von außerordentlich kurzer Dauer gewesen war, schien eine ganz geringfügige Rückbildung der mikroskopischen Veränderungen nach dem Auftauen eintreten zu können. Der Vorgang der Wasserentziehung, der bei vielen Kolloiden, wie bei Leim und Gelatine, rückbildungsfähig ist, scheint beim Muskeleiweiß wie bei den meisten anderen Eiweißstoffen irreversibel, und zwar um so ausgesprochener, je länger der Zustand des Gefrorenseins angedauert hatte.

Weder schnelles noch langsames Auftauen hatte nach unseren Untersuchungen auf die Rückbildung jedweder durch das Gefrieren erzeugten histologischen Veränderungen den geringsten Einfluß. (Vgl. Abschn. 5.)

Es wurden zur Feststellung dieser Tatsache eine Reihe von vergleichenden Untersuchungen vorgenommen. Ein schnell gefrorener Kabeljau, K 28, welcher zwei Tage hindurch auf Eis liegend, langsam aufgetaut war, zeigte alle bei diesem Gefrierverfahren beschriebenen Veränderungen in unvermindertem Grade. Er war am 18. August 1915 nach dem Ottesenschen Verfahren in Thisted eingefroren gewesen und vom 7. Oktober bis 9. Oktober in Hamburg aufgetaut. Weitere Untersuchungen erstreckten sich auf einen Blaufisch von 3687 Gramm und einen Kabeljau von 3153 Gramm Gewicht in frischem Zustande. Beide Fische waren in Sole in Hamburg am 4. August 1915 eingefroren, dann glasiert und bei einer Temperatur von —7° im Kühlhaus, mit Pergamentpapier sorgfältig umhüllt, gelagert und am 27. Okt. 1915 langsam aufgetaut. Die Glasur war beim Auftauen noch erhalten und der Gewichtsverlust durch Verdunstung ein sehr geringer gewesen. Noch vor dem vollständigen Auftauen wurde aus jedem Fisch ein Probestück aus der Rückengegend herausgeschnitten, in gefrorenem Zustande fixiert und untersucht. Von Tag zu Tag aus den bei Kellertemperatur aufgehobenen Fischen entnommene gleiche Muskulaturproben zeigten nicht die geringsten Rückbildungsvorgänge bezüglich der durch den Gefrierprozeß hervorgerufenen bekannten Veränderungen im Vergleich mit der zuerst entnommenen Probe.

Allein die Tatsache, daß nicht die gesamte Flüssigkeit nach dem Auftauen von dem Muskeleiweiß völlig resorbiert wird, beweist mit Sicherheit, daß der kolloidale Zustand des letzteren durch den Gefriervorgang

eine tiefgreifende Veränderung erlitten hat, eine Veränderung, welche einem Gerinnungsprozeß zum mindesten außerordentlich nahe kommt, und welche den Vorgängen, die beim Kochen des Muskelfleisches stets eintreten, bis zu einem gewissen Grade an die Seite gestellt werden kann. So lehrt die Kolloidchemie[1]), daß beim Gefrieren »in der Regel gleichzeitig mit der Kristallisation des Eises das Kolloid koaguliert, obschon in vielen Fällen die Homogenität der räumlichen Verteilung annähernd gewahrt bleibt«. (Beim Muskel nicht immer zutreffend!) »Sodann ergaben sich wesentliche Unterschiede beim nachherigen Auftauen. Während Metallhydroxyde, Kieselsäure usw. wieder unverändert in ein flüssiges Hydrosol übergehen, erleiden die meisten organischen wie anorganischen Suspensoide und Emulsoide Dispersitätsverringerungen, die zu einem makroheterogenen System beim Auftauen führen usw.«

Ist auf diese Weise die Irreversibilität der Gefrierveränderungen am Muskelfleisch prinzipiell wahrscheinlich gemacht, so zeigt ein Vergleich zwischen kurze Zeit (24 Stunden) und sehr lange (Monate hindurch) gefroren gewesenen Muskeln des weiteren noch einen auffallenden Unterschied in der Konsistenz des Muskeleiweißes. Das letztere behält bei kurzer Dauer des Gefrorenseins nach dem Auftauen wenigstens einen Teil seiner viskösen, gallertig-elastischen Beschaffenheit, während es im zweiten Falle unelastisch, trocken und zerreiblich wird.

Bei der Frage, wie es kommen kann, daß diese Irreversibilität von der Dauer des Gefrierzustandes abhängig zu denken sei, sind wir rein auf Vermutungen angewiesen. Alle kolloidchemischen Vorstellungen drängen zu der Annahme, daß das Eiweiß des Tierkörpers im Leben und kurz nach dem Tode sich in einem äußerst labilen Zustande befindet. Wasserentziehung, Entziehung von Salzen und von mehr oder weniger gebundenen gasförmigen Bestandteilen sind zweifellos chemische Vorgänge, die den Gefrierprozeß stets begleiten. Möglicherweise spielt auch die später zu erwähnende Wirkung des eindringenden Luftsauerstoffs in dieser Hinsicht eine gewisse Rolle. Es kann daher nur natürlich sein, daß Eiweißkörper, die längere Zeit solchen Einwirkungen ausgesetzt gewesen sind, ihren Aggregatzustand nach und nach verändert haben müssen. Spricht doch die Kolloidchemie schon ohnedies von einem sog. Altern der Kolloide[2]), einer spontanen, durch einfache Lagerung entstehenden Veränderung des molekularen Gefüges dieser Stoffe. Dazu kommt noch, daß die atmosphärische Luft in das Innere eines gefrorenen Tierkörpers eindringen und hier dauernde Veränderungen erzeugen kann, von denen wir bis jetzt noch geringe Kenntnis besitzen.

Wenn wir die bisherigen Untersuchungsergebnisse daher noch einmal überblicken, so würden wir die unter 1. und 2. aufgestellten Fragen mit folgenden Leitsätzen zu beantworten haben:

Durch außerordentlich schnelles Einfrieren bei sehr niedrigen Temperaturen, d. h. im Kohlensäurestrom resp. mit Hilfe flüssiger Luft, und bei Verwendung entsprechend kleiner Objekte kann man Muskelfleisch zum Gefrieren bringen, ohne daß mikroskopisch erkennbare Veränderungen eintreten. Ein solches Verfahren liegt aber zurzeit noch außerhalb der Grenzen praktischer Verwendbarkeit für die Konservierung von Fischen als Nahrungsmittel.

Von den praktisch verwendbaren Methoden, dem Gefrieren in tief gekühlten Salzlösungen (Ottesensche Methode usw.) und dem Gefrieren in großen mit gekühlter Luft gefüllten Räumen verdient das erstere Verfahren unbedingt den Vorzug, weil es die am wenigsten tiefgreifenden Veränderungen hervorruft und nach dem Auftauen den geringsten Saftverlust verursacht.

Die bei den unter 2. genannten Verfahren eintretenden anatomischen Veränderungen bilden sich nicht von selbst zurück und können auch nicht durch besondere Vorsichtsmaßregeln beim Auftauen ausgeglichen werden. Sie müssen vielmehr als unvermeidliche Folgen des Einfrierens mit in den Kauf genommen und demgemäß bei der Verwendung gefrorener Fische berücksichtigt werden.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend können wir also an die dritte, praktisch bedeutsamste Frage herantreten, welche die Bewertung des gefrorenen Fisches als Nahrungs- und Genußmittel zu behandeln hat. Der Nährwert kann, wie wir gesehen haben, beim Schnelleinfrieren am ehesten durch Vermeidung von Fleischsaftverlusten auf der natürlichen Höhe erhalten werden. Auch die bakterielle Zersetzung, die eigentliche Fäulnis, wird um so geringer sein, je besser der Erhaltungszustand der Gewebe geblieben ist. Es verdient also auch von diesem Gesichtspunkte aus das Schnelleinfrieren den Vorzug, denn die Fäulnisbakterien bahnen sich nach dem Auftauen entsprechend den durch das Gefrieren hervorgerufenen Lücken von der Oberfläche aus ins Innere des Fischkörpers ihren Weg. Dagegen dürfte die in Abschnitt 6 eingehend behandelte Tatsache, daß gefrorene Fische nach dem Auftauen weniger leicht faulen als ungefrorene, unseres Erachtens auf die Eiweiß koagulierende Wirkung des Gefrierprozesses zurückzuführen sein. Sie findet also auch in dieser Beziehung ihren Parallelismus mit dem Vorgang des Kochens.

Hinsichtlich der Haltbarkeit des Fischfleisches können Zweifel über den Vorzug der Schnellgefriermethode in histologischer Beziehung nicht mehr bestehen. Auch die Bedeutung des Gefrierprozesses für die Verdaulichkeit des Fischfleisches wird kaum einer

[1]) W. Ostwald, »Grundriß der Kolloidchemie«, Dresden 1909.

[2]) H. Bechhold, «Die Kolloide in Biologie und Medizin«. Dresden 1912.

eingehenderen Erörterung bedürfen, da die feinere Auflockerung der Muskelfasern höchstens fördernd, der beim Gefrieren sich abspielende Koagulationsvorgang aber jedenfalls nicht ungünstig auf die Verdaulichkeit einzuwirken vermag.

Um sicher zu gehen, haben wir drei Verdauungsversuche, mit künstlichem Magensaft bei Körpertemperatur angestellt. Für frisches, langsam in Luft und schnell in Sole gefrorenes Schellfischfleisch ergaben alle ein gleich günstiges Resultat.

Somit bleibt uns endlich als wichtigster Punkt die Frage der Geschmacksveränderung zu besprechen.

Bekanntlich läßt sich unser Geschmacksempfinden nach drei verschiedenen Gesichtspunkten auflösen: in die einfachen Tastempfindungen unserer Zunge, ferner in die eigentlichen Geschmacksempfindungen, die von wasserlöslichen Substanzen (Salzen, Säuren, Laugen usw.) ausgelöst werden, und endlich in die ungemein mannigfaltigen Wirkungen der minimalsten flüchtigen Bestandteile, welche unser Geruchsorgan ausgiebig beim Kosten in Tätigkeit setzen.

Was die einfachen Tastqualitäten der Zunge anbelangt, so wären sie durch die Weichheit und Feinheit der Elementarbestandteile des Gefrierfleisches beeinflußbar. Es mag daher der Koagulationsvorgang an dem gefroren gewesenen, alsdann gekochten Muskeleiweiß etwas dazu beitragen, daß es beim Zerkauen fester erscheint. Am unangenehmsten macht sich diese Erscheinung bei den langsam eingefroren gewesenen Fischen geltend. Ihre Muskelfasern sind zu gröberen Bündeln zusammengepreßt und verbacken, daher von strohiger Beschaffenheit, während der Schnellgefrierprozeß mit seiner isolierenden und zerkleinernden Wirkung bei den Geschmacksproben stets günstigere Ergebnisse gezeitigt hat. Auch der höhere Gehalt an natürlichen schmeckenden Salzen im Fleischsaft bei feinerer Verteilung sicherte den in Sole gefrorenen Fischen fast stets einen besseren Geschmack, so daß sie mitunter kaum von ungefrorenen Objekten mit der Zunge zu unterscheiden waren.

Wesentlich anders verhält es sich mit den Riechstoffen des Fischkörpers, welche demselben in vielen Fällen den spezifischen Artgeschmack verleihen und die Bewertung als Genußmittel oder als Delikatesse vorwiegend bestimmen.

Wir müssen beim längeren Aufbewahren eingefrorener Nahrungsmittel zwei wichtige Faktoren in Betracht ziehen, welche der nach dem Einfrieren fortbestehende Austausch zwischen den Gasen des Innern und der Umgebung im Gefolge hat. Der eine besteht in der Fortdauer der Sauerstoffwirkung, d. h. oxydativer Vorgänge, und der zweite im Verlust der Riechstoffe. Mag es sich in beiden Fällen quantitativ auch nur um außerordentlich kleine, unmeßbare Wirkungen handeln, für unsere Geschmacksorgane sind sie zweifellos von erheblicher Bedeutung. Es ist eigentlich selbstverständlich, daß der spezifische Geschmack eines Nahrungsmittels durch die Einbuße an Riechstoffen ganz enorm beeinträchtigt werden kann, und mir scheint die immer wieder auftauchende Klage über den nichtssagenden und faden Geschmack des Gefrierfleisches zweifellos begründet und eine natürliche Folge der beschriebenen Vorgänge zu sein. Anderseits aber findet die oxydierende Kraft des eindringenden Sauerstoffs im gefrorenen Tierkörper außer in dem Blutfarbstoff und vielleicht dem Gewebseiweiß noch in den Körperfetten eine breite Angriffsfläche für seine durch die Kälte offenbar wenig beeinflußte chemische Affinität. Und so dürfte es sich erklären lassen, daß fast alle gefrorenen Fische, die einen, wenn auch nur geringen typischen Fettgehalt besaßen, Makrelen, Heringe usw. nach längerer Konservierung in gefrorenem Zustande einen deutlich ranzigen Beigeschmack annahmen, sofern man nicht für Luftabschluß beim Lagern Vorsorge getroffen hatte. Wenn der Aal hiervon gelegentlich eine Ausnahme zu machen schien, so beweist das nur die Richtigkeit unserer Voraussetzungen, da in diesem Falle die ungewöhnlich dicke Haut dieses Fisches den Gasaustausch ausnahmsweise hindert.

Bekanntlich ist unter anderem eine innige Berührung des Sauerstoffs mit Neutralfetten eine conditio sine qua non für das Ranzigwerden der letzteren. Diese Bedingung aber wird durch das Lagern der eingefrorenen Ware an der Luft, wie wir gesehen haben, erfüllt, wenn nicht eben für peinlichen Luftabschluß[1]) gesorgt wird. Es wurden daher Versuche mit völlig luftdichten Überzügen an gefrorenen Fischen gemacht (vgl. Abschnitt 3c), die den zu erwartenden bemerkenswerten Erfolg hatten, daß nicht nur das Aussehen sondern auch der Geschmack der betreffenden Objekte meist ganz erheblich besser erhalten worden war als ohne diese Vorsichtsmaßregel. Jedenfalls dürften diese Versuche schon jetzt dazu mahnen, den durch sie gewiesenen Weg weiter zu verfolgen und die praktische Ausarbeitung eines Verfahrens anzubahnen, welches neben möglichst schnellem Einfrieren den denkbar vollkommensten und dauerhaftesten Luftabschluß beim Lagern erzielt.

Nach der Ottesenschen Methode ist die Lagerung unter Einwickeln in Pergamentpapier vorgesehen. Wenn dies Verfahren auch erhebliche Gewichtsverluste durch Verdunstung zu vermeiden gestattet, so kann dasselbe doch noch durch Anwendung vollkommen luftabschließender Überzüge (Wachs-Paraffinkompositionen, Jela-Masse u. dgl.) erheblich verbessert werden zugunsten der Geschmackserhaltung.

Bei einer kurzen Zusammenfassung der in diesem Abschnitt zusammengestellten Ergebnisse zeigt sich, daß schnelles Einfrieren in tief gekühlter Sole das beste Verfahren (Ottesen, Bull usw.) darstellt. Luftabschluß, mindestens durch Einwickeln in Pergamentpapier oder ähnliche luftundurchlässige Umhüllungen,

[1]) Auch das Licht wirkt in gleichem Sinne schädlich, was bei der Lagerung zu berücksichtigen ist.

am besten das Überziehen mit luftdichten Massen (Jelamasse usw.) wäre die zweite wichtige Bedingung fürs Lagern. Bei und nach dem Auftauen ist die wichtigste Sorge Vermeidung jeglicher mechanischer Insulte (Pressung, Druck usw.). Daher empfiehlt es sich, die Fische allmählich in reichlich kaltem Wasser schwimmend auftauen zu lassen, weil dann keine Belastung eintritt und selbst der Druck des Eigengewichtes aufgehoben ist.

Die Zukunft des Fischgefrierverfahrens aber liegt aller Wahrscheinlichkeit nach auf dem Gebiete des momentanen Einfrierens, welches alle Bestandteile der Gewebe in molekularer, natürlicher Anordnung zum Erstarren bringt, mag dieses Ziel durch flüssige Luft, Kohlensäure oder besondere noch zu findende Kühlmethoden in absehbarer Zeit erreicht werden.

Versuche über die Wärmeübertragung in Ammoniak-Doppelrohrkühlern [1]).

Die Versuche wurden an einer Ammoniakkältemaschine der De La Vergne Co., New York, von maximal rd. 100000 WE/Std. ausgeführt. Zweck der Versuche war es, Unterlagen für die Vorausberechnung von Solekühlern zu gewinnen. Der doppeltwirkende, horizontale Kompressor hat 292 mm Zylinderdurchmesser, die antreibende, direkt gekuppelte Corlißdampfmaschine 508 mm Zylinderdurchmesser, der gemeinsame Hub beträgt 508 mm. Die Saugeleitung des Kompressors von 90 mm l. W. ist an vier normale, nebeneinanderliegende Doppelrohr-Solekühler angeschlossen, von denen jeder einzeln absperrbar ist. Jeder Kühler hat 13,88 qm Kühlfläche und besteht aus zwölf übereinanderliegenden zwei- bzw. dreizölligen Doppelrohren von je 6,1 m Länge. Die Sole fließt durch die inneren Rohre, das Ammoniak durch den Ringraum zwischen beiden Rohren. Das flüssige Ammoniak gelangt vom Kondensator durch das Regulierventil in einen Sammler und von dort zum Verdampfer. Die Belastung

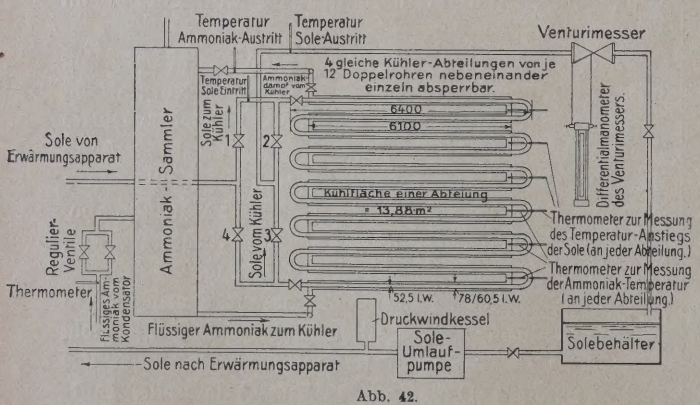


Abb. 42.

der Kühlanlage wurde in der Weise bewirkt, daß die Sole eines zweiten in sich geschlossenen Kreislaufs durch Abkühlung eines Kühlraums und durch Dampf erwärmt wurde. Die Sole dieses Kreislaufs gab wiederum in einem Wärmeaustauschapparat ihre Wärme an die Sole des Hauptkreislaufs ab.

Ein Schema der Versuchsanordnung zeigt Abb. 42. Mit Hilfe der Ventile 1 bis 4 konnte die Sole im Gegenstrom oder im Gleichstrom zum Ammoniak durch den Kühler geschickt werden. Die Solemenge wurde durch einen Venturimesser bestimmt, dessen Angaben durch das Hubvolumen und die Hubzahl der doppelt wirken-

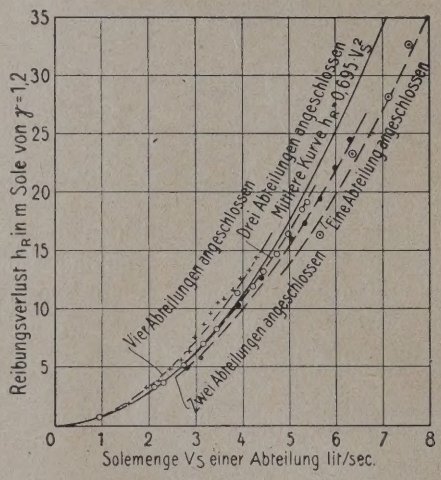


Abb. 43.

den Solepumpe mit Dampfantrieb geprüft werden konnte. Nach der Anzeige des Venturimessers ergab sich für den volumetrischen Wirkungsgrad der Pumpe der wahrscheinliche Wert von 96,5%. Die Temperaturen der Sole und des Ammoniaks konnten vor und hinter dem Kühler, ferner auch an den Umkehrstellen der einzelnen Rohre jedes Kühlers gemessen werden, um den Temperaturabfall der Sole und den jeweiligen Zustand des Ammoniaks bestimmen zu können.

Die Versuche erstreckten sich erstens auf die Ermittlung des Reibungsverlustes der Sole im Kühler und zweitens auf die Bestimmung der Wärmedurchgangszahl unter verschiedenen Verhältnissen.

I. Reibungsverlust der Sole.

Bei den Versuchen wurden nacheinander vier, drei, zwei und zuletzt nur eine Abteilung des Solekühlers angeschlossen. Die Solemenge wurde jedesmal in den möglichen Grenzen verändert. Der Soledruck wurde vor dem Kühler durch ein Manometer, hinter dem Kühler durch eine Quecksilbersäule gemessen. In Zahlentafel 1 sind die Messungen zusammengestellt. Bei der Bestimung der Reibungshöhen ist die verschiedene Höhenlage der Instrumente berücksichtigt. In Abb. 43 sind die Reibungsverluste in Abhängigkeit von der durch eine Abteilung fließenden Solemenge aufgetragen, um so die Versuchsreihen mit verschiedener Zahl der Abteilungen auf gleiche Grundlage zu bringen. Im Mittel ergibt sich der Reibungsverlust zu

$$h_R = 0{,}695 \cdot V_S^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

[1]) Journal of the American Society of Refrigerating Engineers, September 1915.

Zahlentafel 1.

Reibungsverluste der Sole in einem Doppelrohrkühler von vier Abteilungen bei verschiedenen Solemengen und bei ein bis vier angeschlossenen Abteilungen.

Lichte Weite der inneren soleführenden Rohre $d = 52{,}5$ mm. Gesamtlänge jeder Abteilung (je 12 Rohre übereinander) $l = 6{,}4$ m.

Solemenge insgesamt l/sec	Solemenge einer Abteilung l/sec	Geschwindigkeit der Sole m/sec	Reibungsverlust in m Sole von $\gamma = 1{,}2$	Solemenge insgesamt l/sec	Solemenge einer Abteilung l/sec	Geschwindigkeit der Sole m/sec	Reibungsverlust in m Sole von $\gamma = 1{,}2$	Solemenge insgesamt l/sec	Solemenge einer Abteilung l/sec	Geschwindigkeit der Sole m/sec	Reibungsverlust in m Sole von $\gamma = 1{,}2$
17,21	4,30	1,99	14,41	16,21	5,40	2,49	19,10	12,62	6,31	2,92	24,47
16,58	4,14	1,91	13,26	15,85	5,28	2,44	18,48	12,02	6,01	2,78	22,04
15,84	3,96	1,83	12,56	14,99	4,99	2,30	16,38	11,37	5,68	2,62	19,39
15,21	3,80	1,76	11,55	14,21	4,74	2,19	14,67	10,70	5,35	2,47	17,31
14,40	3,60	1,66	10,79	13,37	4,46	2,06	13,13	10,10	5,05	2,34	15,92
13,90	3,47	1,60	10,47	12,70	4,23	1,96	11,89	8,84	4,42	2,04	12,62
13,27	3,32	1,53	9,57	11,69	3,89	1,80	11,31	7,87	3,93	1,82	10,23
12,70	3,17	1,46	8,66	10,38	3,46	1,60	8,18	6,25	3,12	1,44	5,74
11,93	2,98	1,38	7,50	9,48	3,16	1,46	6,92	5,68	2,84	1,31	4,81
11,46	2,86	1,32	6,34	8,27	2,76	1,27	5,08	Zwei Abteilungen angeschlossen.			
10,73	2,68	1,24	5,58	6,95	2,32	1,07	3,62				
9,79	2,45	1,13	4,82	6,38	2,13	0,98	3,22	7,58	7,58	3,50	32,61
8,81	2,20	1,02	3,81					7,14	7,14	3,30	28,07
7,81	1,95	0,90	3,23					6,38	6,38	2,95	23,24
6,32	1,58	0,73	1,89					5,68	5,68	2,62	16,31
Vier Abteilungen angeschlossen.				Drei Abteilungen angeschlossen.				Eine Abteilung angeschlossen.			

Hierin ist h_R der Reibungsverlust in m Sole vom spezifischen Gewicht 1,2 und V_S die Solemenge einer Abteilung in l/sec. Aus der Auftragung ist deutlich zu erkennen, daß sich für jede Versuchsreihe ein anderer Verlauf der Kurve ergibt (s. die gestrichelten Kurven).[1]) Wenn alle vier Abteilungen angeschlossen sind, ist der Reibungsverlust verhältnismäßig am größten, da dann ein zusätzlicher Druckverlust durch die Teilung des Solestromes und durch die Zuleitungsrohre zu den einzelnen Abteilungen entsteht. Die oben angegebene Formel kann natürlich nur für Solekühler, wie sie für den Versuch benutzt wurden, oder für solche ähnlicher Bauart Anwendung finden.

Auf Grund vorstehender Versuche kann ferner eine neue Konstante für die Martinsche Formel des Reibungsverlustes angegeben werden. Diese läßt sich in der Form schreiben:

$$V_S = 0{,}32 \sqrt{\frac{h_R \cdot d^5}{L\left(1 + \frac{9{,}14}{d}\right)}} \quad \ldots \quad 2)$$

Es ist neben den früheren Bezeichnungen

d = l. W. des Rohres in cm,

L = Länge des Rohres in m.

Nach den Versuchen ergibt sich die Konstante zu 0,274[2]), so daß man erhält

$$V_S = 0{,}274 \sqrt{\frac{h_R \cdot d^5}{L\left(1 + \frac{9{,}14}{d}\right)}} \quad \ldots \quad 3)$$

[1]) Im Original nicht angegeben.

[2]) Die neue Konstante ist im Original falsch berechnet. Dieser Fehler, sowie eine Reihe weiterer Unstimmigkeiten, sind in vorliegendem Auszug beseitigt.

Diese Formel kann zur angenäherten Berechnung des Reibungsverlustes von Solekühlern dienen, bei denen Rohrdurchmesser und Länge von denjenigen des Versuchskühlers abweichen. (Schluß folgt.)

Feuersicherheit in Kühl- oder Gefrieranlagen.[1])

In diesem Jahre haben sich zwei Brände in Kühl- oder Gefrieranlagen ereignet, die sowohl durch die sehr erschwerte Löschung als auch durch die große Schadenfolge an zum Teil unersetzlichen Lebensmittelvorräten nicht nur das Interesse der Feuerwehrfachkreise sondern auch der beteiligten Kälteindustrie in hohem Maße beanspruchen. Die erwähnten Brände zeichneten sich besonders durch die kolossale Entwicklung schwefelgelber gefährlicher Rauchmassen aus. Wände und Decken solcher Anlagen werden fast ausnahmslos durch Korkstein (schlechter Wärmeleiter) isoliert. Korkstein ist ein gepreßtes und getrocknetes Gemisch von Korkabfällen mit Teer als Bindemittel; er verbrennt zwar nicht, aber er verkohlt, und hierbei entstehen die gefährlichen Teerdämpfe und Rauchgase. Außerdem bestehen die Luftzuführungs- und Absaugekanäle aus Holz, häufig sind auch noch Holzeinbauten zur Einlagerung der kühlenden Vorräte anzutreffen. Es war im allgemeinen bei den in solchen Anlagen herrschenden niederen Temperaturen, bei dem Mangel jeglicher Feuerstelle und in Berücksichtigung der dort eingelagerten, fast nicht brennbaren Vorräte (Fleisch usw.) kaum vorauszusehen, daß solchen Anlagen trotzdem eine gewisse nicht zu unterschätzende Feuersgefahr, wie jetzt die Erfahrung gelehrt hat,

[1]) Aus Jungs »Feuerpolizei«, Zeitschrift für Feuerschutz und Rettungswesen, Band 18, Heft 11.

innewohnt und daß auch hier besondere Feuersicherheitsmaßnahmen notwendig sind. In beiden erwähnten Brandfällen war leider die wahre Entstehungsursache nicht zu ermitteln. In einem der Fälle handelte es sich um eine Hopfenkühlanlage, in welcher der Hopfen teils lose, teils in gepreßten Ballen eingelagert war. Nach Dr. Schwarz ist es bei der Ernte des Hopfens nicht zu vermeiden, daß seine Dolden mit der Erde und ihren zahlreichen Spaltpilzen in Berührung kommen; dieser Pilz verursacht eine Gärung des in Ballen gepreßten Hopfens, die mit Wärmeentwicklung verbunden ist; Hopfen enthält einen harzähnlichen Stoff, das Lupulin, der bei dieser Temperatur leicht verkohlt, der aber auch an sich, wenn er zu kleineren Mengen sich ansammelt, zur Selbstentzündung neigt.

Es ist nun durchaus nicht ausgeschlossen, daß in der Hopfenkühlanlage Selbstentzündung des Lipulins vorlag. Die Hopfenkühlanlage war bereits mehrere Jahre im Betriebe und hat sich das harzähnliche Lipulin von lose gelagertem Hopfen im Laufe der Zeit infolge der Absaugewirkung der Luft an den hölzernen Luftabsaugkanälen angesetzt und diese mit der harzähnlichen Schicht bis zur Ausmündung in den Ventilator überzogen. Diese Holzkanäle und besonders jene zum Hopfenkühlraum standen auch tatsächlich bei Ankunft der Feuerwehr in Flammen. In der Annahme einer Selbstentzündung des Lipulins in den Holzluftkanälen wird man noch bestärkt, wenn man berücksichtigt, daß der in der genannten Kühlanlage eingelagerte Hopfen einer häufigen Temperaturmessung unterworfen ist und daß bei der letzten Messung keinerlei gefährliche Temperatursteigerung in den Hopfenballen festgestellt wurde.

Im zweiten Brandfalle, der sich in einer Gefrieranlage ereignete, führten selbst umfassende Erhebungen nicht zur Ermittlung der Entstehungsursache.

Die Erfahrungen bei beiden Brandfällen gaben jedoch eine Reihe wichtiger Anhaltspunkte in bezug auf Feuersicherheitsmaßnahmen, die bei Neuanlagen von großen Kühl- oder Gefrieranlagen zu fordern und nachstehend zusammengefaßt sind:

1. Größere Kühl- oder Gefrierräume sollen von mindestens 2 gegenüberliegenden Türen zugänglich sein.
2. Diese Türen sollen von 2 vollständig voneinander unabhängigen Vorräumen in die Kühl- oder Gefrierräume führen.
3. Diese Vorräume sollen wiederum durch 2 voneinander unabhängigen Türen oder Treppen betreten werden können.
4. Alle zur Lagerung der zu kühlenden Waren (Lebensmittel usw.) notwendigen Einbauten sind aus unverbrennlichem Material herzustellen.
5. Desgleichen sind die Luftkanäle aus unverbrennlichem Material (Eisenbeton, Monier) herzustellen.
6. Es ist dafür Sorge zu tragen, daß die Luftkanäle, welche vom Vorkühlraum durch die einzelnen Kühlräume hindurchführen, sowohl zwischen Vorkühlraum und den Kühlräumen als auch zwischen den einzelnen Kühlräumen durch außerhalb der Räume leicht zu handhabende Schieber oder besonders konstruierte Fallklappen für den Fall eines entstandenen Brandes feuersicher abgeschlossen werden können.
7. Schließlich können bei großen Anlagen ausreichende Löscheinrichtungen (Feuerlöschleitung mit Schläuchen und Strahlrohren) erforderlich sein.
8. Rauchverbot.
9. Bei großen Anlagen ist ein Feuermelder notwendig, sonst genügt Hinweis auf den nächsten Fernsprecher oder Feuermelder.

Inwieweit vorstehende Feuersicherheitsmaßnahmen auch bei kleineren oder etwa schon bestehenden Anlagen zur Durchführung gelangen müssen, dürfte von Fall zu Fall zu entscheiden sein.

Wirtschaftliche Nachrichten und Rechtsfragen.

Dem **Geschäftsbericht der Tiefbau- und Kälteindustrie-Aktiengesellschaft vorm. Gebhardt & Koenig** entnehmen wir:

»Das Geschäftsjahr 1915 stand völlig unter dem Einfluß des durch den Krieg verursachten Beamten- und Arbeitermangels. Hierdurch wurde es uns auch unmöglich gemacht, bei den im Vorjahre nach Kriegsausbruch stillgelegten sechs Schächten den Betrieb wieder aufzunehmen und neue uns angebotene Arbeiten auszuführen.

Bezüglich eines stillgelegten Schachtes haben wir uns mit dem Auftraggeber unter Verzicht auf das Weiterteufen unsererseits verständigt und diesen Schacht an ihn übergeben. Außerdem gelangte noch ein Schacht zur Ablieferung, wogegen drei weitere Schächte zwar fertiggestellt, aber noch nicht von den Auftraggebern übernommen worden sind.

Trotz der bestehenden außerordentlichen Schwierigkeiten bei der Beschaffung von ausreichenden und geeigneten Belegschaften, wozu ein nicht unwesentlicher Mangel in für unsere Betriebe sehr wichtigen Materialien hinzutritt, ist es uns gelungen, wenigstens die Gefrierbetriebe bei sechs Schächten so aufrechtzuerhalten, daß beim Abteufen derselben ein wenn auch nur verhältnismäßig geringer Fortschritt erreicht worden ist.

Die im Berichtsjahre gemachten Anschaffungen an Maschinen, Röhren usw. waren zur Durchführung der Arbeiten erforderlich und betragen laut Bilanz:

3938,40	M.	auf Handwerkzeugkonto,
18091,89	»	» Bohrwerkzeugkonto,
12153,48	»	» Konto Tagesbauten für Schachtanlagen,
1225,—	»	» Fabrikmaschinenkonto,
81825,32	»	» Schachtbaumaschinenkonto,
32913,50	»	» Utensilienkonto,
103191,38	»	» Röhrenkonto
Sa. 253338,97	M.	

gegen 591289,86 M. im Vorjahre.

Unsere in Ausführung begriffenen Schachtbauten bewerteten wir ausweislich der Bilanz mit 4267968,90 M.

Auch im abgelaufenen Geschäftsjahre mußten wir einzelnen unserer Auftraggeber mit Rücksicht auf ihre durch den Krieg bedingte wirtschaftliche Lage Zahlungsstundungen — teils gegen Sicherheiten — gewähren, welche in der Bilanz in der Erhöhung unserer Debitoren um 316654,95 M. auf 3053315,06 M. zum Ausdruck kommen und wodurch die Summe der bei uns als Sicherheit hinterlegten Obligationen von 1390500 M. auf 1890500 M. gestiegen ist.

Entgegen der bisherigen Gepflogenheit haben wir diesmal die auf Rückstellungskonto ausgewiesenen 136766,26 M. nicht dem Gewinn- und Verlustkonto, sondern gleich den einzelnen Schachtbauten und dem Generalunkostenkonto belastet. Die mit einem gegenüber dem Vorjahre etwas höheren Betrage ausgewiesenen Generalunkosten finden hierin und in den von unserer Firma an die Familien unserer zum Heeresdienst eingezogenen Beamten und Arbeiter gewährten Unterstützungen ihre Erklärung. Die seit Kriegsausbruch bis heute gezahlten Unterstützungen belaufen sich auf 270940,73 M.

Unsere ausländischen Tochtergesellschaften haben auch im verflossenen Jahre von der Ausschüttung einer Dividende mit Rücksicht auf den Krieg abgesehen, obgleich es dem belgischen Unternehmen möglich war, den größten Teil seiner Betriebe fortzuführen.

Der diesjährige Reingewinn beträgt unter Beibehaltung der bisherigen Abschreibungssätze 278621,35 M. Wir beantragen, denselben auf neue Rechnung vorzutragen.

Die noch zur Ausführung zu bringenden Aufträge in Höhe von ca. 26 Mill. M. werden uns noch mehrere Jahre beschäftigen.«

Kleine Mitteilungen.

Der Verband Deutscher Eishändler und -Fabrikanten hielt am 26. Juli seine Hauptversammlung in Düsseldorf ab. Auf der Tagesordnung stand als Punkt 6 der Antrag des Herrn Direktor Seeger, Köln: Den Vorstand zu ermächtigen, Verhandlungen mit dem Deutschen Kälte-Verein einzuleiten behufs Angliederung an denselben. Dem in der Zeitschrift »Die Kälte-Industrie« veröffentlichten Sitzungsberichte entnehmen wir:

Zu Punkt 6 begründet Herr Direktor Seeger seinen Antrag unter Hinweis auf das unbestreitbar fördernde Interesse des Deutschen Kälte-Vereins. Er weist darauf hin, daß uns Deutsche besonders die letzte Zeit gelehrt habe, daß wir in allen Punkten Einigung und nicht Zersplitterung suchen müßten, denn nur durch Einigkeit könnte etwas erreicht werden. Er ist der Ansicht, daß durch eine Angliederung an den Deutschen Kälte-Verein ebenfalls eine Einigkeit zustande kommen würde, die dem Verband Deutscher Eishändler und -Fabrikanten zuträglich sein und das Interesse wesentlich heben würde. Diese Angliederung würde auch seitens des Deutschen Kälte-Vereins lebhaft begrüßt werden, denn derselbe würde sicherlich Wert darauf legen, daß in seinem Vorstande nicht nur Theoretiker sondern auch wirkliche Kälteverbraucher vertreten wären. Natürlich könnte der Verband Deutscher Eishändler trotzdem ruhig weiter bestehen bleiben, nur wäre eine Zentralisierung unbedingt nötig bei der gewaltigen Bedeutung der Kälteindustrie in Deutschland, die uns ja gerade in der gegenwärtigen Kriegszeit durch die nötige Konservierung der wichtigsten Lebensmittel etc. am schlagendsten vor Augen geführt würde. Mit Rücksicht auf die unbestreitbare und ungeheure Wichtigkeit der Kälte-Industrie erschiene der Deutsche Kälte-Verein zu schwach gegenüber der ungeheuren Menge sich auftürmender Fragen und müsse daher unbedingt gestärkt werden, wozu der Verband Deutscher Eishändler durch Beitritt zweifellos beitragen könnte.

Der Vorsitzende Herr Schoppe weist darauf hin, daß bereits in früheren Jahren gleiche Anträge von den Herren Lucas und Habermann eingebracht worden seien und verliest die beiden bezüglichen Protokolle, laut welchen diesen Anträgen damals nicht stattgegeben, jedoch empfohlen wurde, mit dem Deutschen Kälte-Verein Hand in Hand zu gehen und den einzelnen Mitgliedern anheim zu stellen, Mitglieder des D. K. V. zu werden. Jedenfalls dürfte der Verband Deutscher Eishändler bei irgendeiner Angliederung an den D. K. V. nichts an seiner Selbständigkeit verlieren und seine Interessen müßten dabei unter allen Umständen gewahrt bleiben. Wenn eine derartige Lösung der Frage möglich wäre, so würde er eine Angliederung an den D. K. V. befürworten.

Auch Herr Freundlich äußerte sich in ähnlichem Sinne unter Betonung der Selbständigkeit des Verbandes.

Der Vorsitzende beantragt Folgendes zu beschließen: Der Verband beschließt, den Vorstand zu ermächtigen, wegen eines korporativen Beitritts zum D. K. V. mit dem Vorstand desselben zu verhandeln.

Der Verband als solcher soll bestehen bleiben und unter allen Umständen seine Selbständigkeit behalten.

Dieser Antrag wurde einstimmig genehmigt. Ein schriftlicher Antrag des Herrn Thater, den Verein aufzulösen, wurde abgelehnt.

Die nächste Tagung wird in Düsseldorf stattfinden in Anlehnung an diejenige des Deutschen Kälte-Vereins.

Zuschrift an die Schriftleitung.

An die

Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie,

Berlin NW. 23.

Es sind in letzter Zeit bekanntlich einige Störungen und Unglücksfälle an Ammoniakmaschinen dadurch vorgekommen, daß die Nachfüllung statt aus Ammoniakflasche aus Kohlensäureflasche bzw. aus Sauerstoffflasche erfolgte, obwohl eine solche Verwechselung bei einiger Aufmerksamkeit ausgeschlossen sein sollte. Immerhin ist für das Deutsche Reich eine gesetzliche Bestimmung in Erwägung gezogen, etwa derart:

»Werden Behälter für verflüssigte und verdichtete Gase mit Farbanstrich zwecks äußerer Kennzeichnung ihres Inhalts versehen, so sind die Farben:

blau für Sauerstoff,
rot für Wasserstoff,
grün für Stickstoff,
schwarz für Kohlensäure,
weiß für Azetylen

zu wählen. Der Anstrich darf erst in einer Entfernung von etwa 20 cm, vom Fuße des Ventilstutzens an gerechnet, beginnen, um die Stempelung der Flaschen erkennbar zu lassen. Der Anstrich muß sich im übrigen auf die ganze Oberfläche des Behälters erstrecken. Außerdem muß in allen Fällen, in denen Behälter mit Farbanstrich versehen werden, durch eine farbige Aufschrift in der Längsrichtung des Behälters sein Inhalt (z. B. Sauerstoff, Wasserstoff usw.) in einer Buchstabengröße von 10 cm in lateinischer Schrift bezeichnet werden. Die Füllfabriken dürfen keine mit Farbanstrich versehenen Flaschen in den Verkehr bringen, die eine abweichende Kennzeichnung haben.«

Unsere Abteilung für Gasverflüssigung versieht bereits alle ihre Behälter für verflüssigte und verdichtete Gase mit Anstrich und deutlicher Aufschrift, gemäß dem oben wiedergegebenen Vorschlag, also die Sauerstoffflaschen mit blauem Anstrich und der Aufschrift: »Sauerstoff« in lateinischen Buchstaben von 10 cm Größe, so daß noch geringere Aufmerksamkeit als früher aufzuwenden ist, um eine Verwechselung von Ammoniakflaschen mit »Lindescher« Sauerstoffflasche zu vermeiden. Denjenigen Industriellen und Gewerbetreibenden, die außer Ammoniak für ihre Kältemaschinen z. B. Sauerstoff oder Kohlensäure in ihren Betrieben benötigen, ist die Möglichkeit gegeben, Störungen und Unglücksfälle noch leichter als früher zu vermeiden, wenn sie ihren Lieferanten aufgeben, ihre Flaschen gemäß der ministeriellen Bekanntmachung mit Anstrich und Aufschrift zu versehen.

Wenn Industrie und Gewerbe gründlich fürsorgen, dann erübrigt sich wohl die Fürsorge durch gesetzliche Bestimmungen.

Wir bitten, das Vorstehende den Lesern Ihrer geschätzten Zeitschrift zur Kenntnis zu bringen und zeichnen

hochachtungsvoll

Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, A.-G.
Fr. Schipper.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente. Anmeldungen.

17b, 1. K. 62333. Eisbereitungspille. Claus Hinrich Köhn, Leipzig, Brockhausstr. 7. 17. 5. 16.

17b, 1. V. 13472. Verfahren und Vorrichtung zum beschleunigten Gefrieren von Eisstücken. Gustav Voigtmann, Berlin, Meinekestr. 12. 29. 5. 16.

17d, 1. W. 45938. Vorrichtung zur Reinigung von Oberflächenkondensatoren mittels Wasser von höherer Geschwindigkeit. Joseph Weishäupl, Zürich (Schweiz); Vertr.: H. Nähler, Dipl.-Ing. F. Seemann u. Dipl.-Ing. E. Vorwerk, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. 19. 11. 14.

17d, 5. C. 24193. Kondensationsanlage mit raschlaufendem, rotierendem Antrieb; Zus. z. Pat. 293298. Dr.-Ing. Paul Christlein, Basel (Schweiz), und Dipl.-Ing. Gustav Möller, Kiel, Fleethörn 25; Vertr.: Dipl.-Ing. Gustav Möller, Kiel, Fleethörn 25. 12. 12. 13.

17g, 2. B. 73336. Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoff und Sauerstoff aus flüssiger Luft. »Industriegas« Gesellschaft für Sauerstoff- und Stickstoff-Anlagen m. b. H., Berlin. 29. 7. 13.

Löschungen.

17a 285026.
17d 181886, 282664, 274279, 130420.
17d 149869, 150655.
17f 185432, 191198.

Gebrauchsmuster. (Eintragungen.)

17f. 649633. Heinrich Hopf, Frankfurt a. M., Hansa-Allee 13. Milchkühler. 27. 6. 16. H. 71847.

Auszüge aus den Patentschriften.

17c. 288192. Kühlvorrichtung für Eisenbahnwagen. Philipp Porges in Wien.

Gegenstand der Erfindung ist eine für Eisenbahnwagen bestimmte Kühlvorrichtung mit in einem Seitenabteil des Wagens untergebrachten Eisbehältern, die so eingerichtet ist, daß die von einem regelbaren Ventilator durch die Eisbehälter hindurchgesaugte Luft von dem mitgerissenen Schmelzwasser zunächst befreit und dann auf den gewünschten Feuchtigkeitsgrad, welcher bei einer Ladung von Fleisch zweckmäßig etwa 70 bis 90% beträgt, getrocknet wird, bevor sie in den Kühlraum gelangt. Im wesentlichen wird dies dadurch erreicht, daß eine an der Außenseite der Eisbehälter mit Rippen für den Kondenswasserabfluß versehene Wand die Eisbehälter nach dem Wageninnern zu abschließt und in Verbindung mit einer zweiten isolierten Wand einen schmalen Luftkanal bildet, in dessen unteres Ende die abgekühlte, vom mitgerissenen Schmelzwasser in bekannter Weise befreite, aber noch mit Wasserdampf gesättigte Luft gesaugt wird, zum Zweck, beim Aufwärtsstreichen unter Abgabe von Kondenswasser an der etwas kälteren Blechwand auf den gewünschten Feuchtigkeitsgrad getrocknet zu werden.

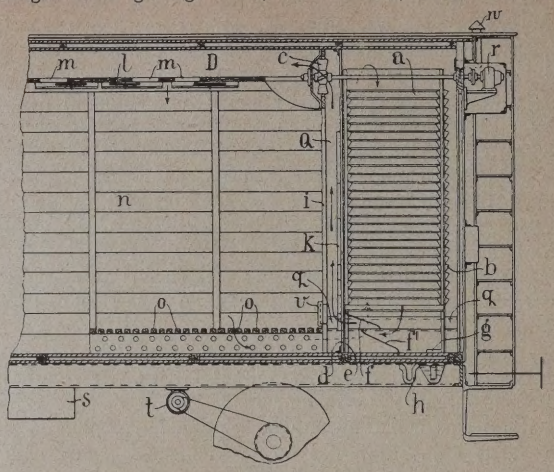


Abb. 44.

Patentansprüche:

1. Kühlvorrichtung für Eisenbahnwagen mit in einem Seitenabteil untergebrachten Eisbehältern und regelbarem Ventilator für den Luftumlauf, dadurch gekennzeichnet, daß eine außen mit Rippen *k* für den Kondenswasserabfluß versehene Wand *d* die Eisbehälter nach dem Wageninnern zu abschließt und in Verbindung mit einer zweiten isolierten Wand *i* einen schmalen Luftkanal *Q* bildet, in dessen unteres Ende die abgekühlte, vom mitgerissenen Schmelzwasser in bekannter Weise befreite, aber noch mit Wasserdampf gesättigte Luft gesaugt wird, die beim Aufwärtsstreichen unter Abgabe von Kondenswasser an der etwas kälteren Blechwand *d* getrocknet wird.

2. Kühleinrichtung für Eisenbahnwagen nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine an der Wand *i* unten angebrachte Klappe *v* und oben an der Wand *d* angebrachte Schieber *u*, welche bei Versagen des Ventilators zwecks Einleitung natürlicher Ventilation im Eisraum und Kühlraum geöffnet werden können.

17d. 293298. Kondensationsanlage mit raschlaufendem, rotierendem Antrieb. Dipl.-Ing. Gustav Möller in Kiel und Dr.-Ing. Paul Christlein in Baden, Schweiz.

Patentanspruch:

Kondensationsanlage mit raschlaufendem, rotierendem Antrieb, dadurch gekennzeichnet, daß zur Geschwindigkeitsübersetzung zwischen der einzigen raschlaufenden Antriebswelle und den mit verschiedenen Drehzahlen laufenden Pumpen eine sog. Kaskaden-Turbopumpe (Patent 246868) dient.

Druckfehlerberichtigung.

Auf Seite 88 des Heftes 8, linke Spalte, 15. Zeile von unten, muß es heißen: die Anordnung des Kühlhausgrundrisses.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz Ludwigshöhe.

Schriftführer: A. Kaufmann, Oberingenieur. Adr.: Berlin NW. 23, Brückenallee 11.

Schatzmeister: E. Brandt, Direktor. Adr.: Berlin NW. 5, Rathenower-Str. 53.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. **R. Plank,** Danzig.

Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur **G. Cattaneo,** Berlin.

Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Direktor **A. Lucas,** Leipzig A.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang **München, Oktober 1916** **10. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Versuche über die Wärmeübertragung in Ammoniak-Doppelrohrkühlern. (Schluß.) S. 97. — Grundsätze für den Bau von gekühlten Eisenbahnwagen. S. 100.

Zeitschriftenbericht. S. 101. — **Bücherbericht.** S. 101.
Patentbericht. S. 101.
Deutscher Kälte-Verein. S. 104.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Versuche über die Wärmeübertragung in Ammoniak-Doppelrohrkühlern.

(Schluß.)

II. Bestimmung der Wärmedurchgangszahl zwischen Ammoniak und Sole.

Es ist von vornherein hervorzuheben, daß der Genauigkeitsgrad dieser Versuche dadurch beeinträchtigt wird, daß man es auf der einen Seite der Rohre nicht mit einem Medium von bestimmtem Aggregatzustand zu tun hat. Das Ammoniak tritt in nahezu flüssigem Zustand in den Kühler ein, wird verdampft und bei weiterer Wärmezufuhr überhitzt. Bei jedem Aggregatzustand ist aber die Wärmeübergangszahl Ammoniak-Rohrwandung eine andere. Außerdem steigt die Geschwindigkeit des Ammoniaks dauernd bei zunehmender Verdampfung, und bekanntlich hängt die Höhe der Wärmeübertragung von strömenden Medien in hohem Maße von ihrer Geschwindigkeit ab. Ferner kann die Genauigkeit der Versuche durch Vorhandensein von Luft im Ammoniak oder durch zu kurze Versuchsdauer ungünstig beeinflußt werden. Alle Versuche, welche sich aus einem der angeführten Gründe als unzuverlässig erwiesen, sind ausgeschieden worden, und zwar auch diejenigen Versuche, bei denen das aus dem Kühler austretende Ammoniak stark überhitzt war, da diese Versuche für die Bestimmung des Wärmeübergangs an gesättigten Ammoniakdampf unbrauchbar sind.

Zahlentafel 2 enthält eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten Messungen, Zahlentafel 3 die hieraus berechneten Ergebnisse. Bei der Bestimmung der mittleren Temperaturdifferenz zwischen Sole und Ammoniak ist der gemessene Temperaturabfall der Sole berücksichtigt worden. Die Wärmedurchgangszahl k ist in bekannter Weise aus der übertragenen Wärmemenge, der Kühlfläche und der mittleren Temperaturdifferenz ermittelt.

Es ist meist üblich, die Wärmedurchgangszahl k in Abhängigkeit von der Solegeschwindigkeit v_S darzustellen, gemäß der Formel

$$k = c\sqrt{v_S} \quad 4)$$

Die Auftragung in Abb. 45 zeigt aber, daß eine Gesetzmäßigkeit nicht vorhanden ist. Daher ist zu untersuchen, wie die Wärmedurchgangszahl von der Geschwindigkeit des Ammoniaks beeinflußt wird, und zwar ist hierfür zunächst die Geschwindigkeit beim Austritt aus dem Kühler zugrunde gelegt. Die Ausrechnung dieser Geschwindigkeiten v_A findet sich in Zahlentafel 3, die Auftragung der Werte von k in Abhängigkeit von v_A zeigt Abb. 46. Es ist zwar

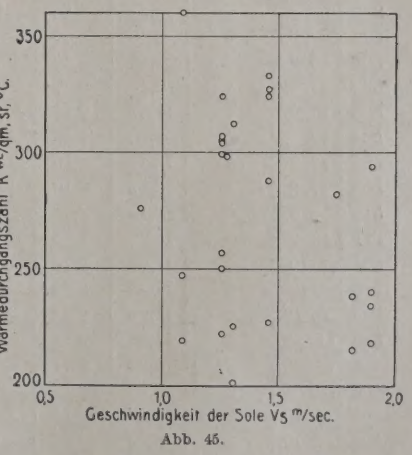


Abb. 45.

im allgemeinen eine Steigerung von k mit zunehmender Ammoniaksgeschwindigkeit zu erkennen, die Gesetzmäßigkeit ist aber noch wenig befriedigend. Dies liegt zum Teil daran, daß der Bereich, über den die Versuche sich erstrecken, zu eng bemessen war. Nun wird zweifellos die Wärmedurchgangszahl sowohl von der Solegeschwindigkeit als auch von derjenigen des Ammoniaks beeinflußt werden, und zwar wird hierfür die mittlere Relativgeschwindigkeit zwischen beiden Medien maßgebend sein. Wie bereits erwähnt, nimmt die Ammoniakgeschwindigkeit mit steigender Verdampfung zu. Ein Maß für das Fortschreiten der Verdampfung erhält man aus der Abnahme der Soletemperatur in den einzelnen Doppelrohren des Kühlers. Aus diesen Messungen ergibt sich die Beziehung

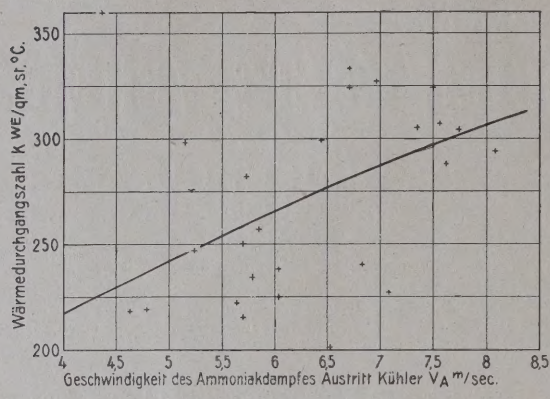


Abb. 46.

$$(t_e - t)^{1,3} = a \cdot F \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

Hierin bezeichnet t_e die Soleeintrittstemperatur, t die Temperatur, welche die Sole nach Zurücklegen der Kühlfläche F erreicht hat, und a eine Konstante. Da die verdampfte Ammoniakmenge und damit ihre Geschwindigkeit v dem Wert $(t_e - t)$ proportional sein muß, so folgt auch

$$v^{1,3} = a' \cdot F \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

Durch Integration ergibt sich die mittlere Ammoniakgeschwindigkeit zu

$$v_m = 0{,}565 \cdot v_A \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

Da jedoch die Wärmedurchgangszahl proportional der Wurzel aus der Geschwindigkeit des strömenden Mediums angenommen werden kann, ist es richtiger, den Mittelwert aus den Quadratwurzeln der jeweiligen Ammoniakgeschwindigkeit zu bilden. Es wird hiernach

$$v_m = [(\sqrt{v})_m]^2.$$

Zahlentafel 2.

Versuche an einem Doppelrohrkühler. Mittelwerte der Ablesungen.

Versuch Nr.	Datum 1912	Zahl der angeschlossenen Abteilungen	Solomenge l/sec		Temperaturen °C									Drucke kg/cm²	
					der Sohle			im Kühlraum			des Ammoniaks				
			insgesamt	einer Abteilung	Eintritt Kühler	Austritt Kühler	Abkühlung	vorn	hinten	im Mittel	Saugeleitung am Kompressor	Eintritt Sammler	Vor Regulierventil	Austritt Kompressor	Austritt Kompressor	im Kühler
204	26. 8.	2	6,32	3,16	—3,83	—6,83	3,00	10,6	10,5	10,5	—6,8	—	28,1	129	13,6	1,60
205	26. 8.	2	6,32	3,16	—3,45	—6,58	3,13	9,8	7,4	8,6	—12,8	—5,9	30,8	111	13,2	1,59
210	28. 8.	2	6,32	3,16	—6,22	—8,85	2,63	2,9	3,4	3,1	—11,5	—7,0	24,1	118	12,2	1,19
211	28. 8.	2	6,32	3,16	—7,76	—10,32	2,56	0,5	1,3	0,9	—14,7	—13,4	26,5	109	11,6	1,29
212	28. 8.	2	6,32	3,16	—7,83	—10,41	2,58	1,1	0,3	0,7	—15,3	—13,8	25,9	116	11,4	1,30
602	9. 9.	4	9,48	2,37	—4,33	—7,00	2,67	0,5	0,3	0,4	—13,0	—9,9	31,0	85	12,1	1,57
501	10. 9.	4	9,48	2,37	—10,37	—12,77	2,40	—7,6	—7,1	—7,3	—3,9	—15,8	32,9	149	12,8	1,10
502	11. 9.	4	9,48	2,37	—10,18	—12,41	2,23	1,7	—8,9	—3,6	—12,7	—14,4	26,7	40,5	10,9	1,41
503	12. 9.	4	11,37	2,84	—11,20	—13,27	2,07	—6,7	—5,3	—6,0	—18,0	—16,3	29,0	120	13,9	1,12
504	13. 9.	4	7,90	1,48	—10,73	—13,56	2,83	—4,4	—4,8	—4,6	—13,5	—16,2	34,6	152	14,8	1,09
506	17. 9.	4	16,41	4,10	—2,10	—4,05	1,95	—1,7	—2,1	—1,9	—3,4	—	29,2	100	13,1	1,73
508	17. 9.	4	16,41	4,10	+0,45	—1,35	1,80	0,1	0,6	0,3	—7,7	—	26,7	—	12,2	2,07
510	19. 9.	4	15,79	3,95	—3,92	—5,96	2,04	—3,1	—1,9	—2,5	—12,4	—	26,7	113	13,0	1,53
511	19. 9.	4	15,79	3,95	—2,50	—4,47	1,97	—2,9	—1,2	—2,0	—12,0	—	27,7	115	13,3	1,64
301	7. 10.	4	11,04	2,76	—11,00	—13,00	2,00	—6,1	—5,9	—6,0	—0,5	—8,6	32,7	145	13,4	1,14
303	8. 10.	3	11,38	3,79	—11,10	—12,76	1,66	—6,7	—7,4	—7,0	—4,8	—16,9	26,9	129	13,3	1,10
513	10. 10.	4	11,38	2,84	—9,57	—11,83	2,26	—6,8	—4,2	—5,5	—15,5	—13,0	26,1	137	12,7	1,06
516	11. 10.	4	11,38	2,84	—8,69	—11,13	2,44	—7,0	—7,3	—7,1	—18,9	—9,3	28,6	112	12,4	1,01
408	16. 10.	3	8,22	2,74	—8,88	—11,19	2,31	—6,5	—5,2	—5,8	—16,3	—	27,7	73	14,9	1,12
403	18. 10.	2	8,22	4,11	—7,19	—9,48	2,29	—0,6	—0,4	—0,5	—11,2	—	28,6	132	14,9	1,22
409	23. 10.	2	8,22	4,11	—9,90	—11,70	1,80	1,7	1,8	1,7	—19,2	—13,4	25,1	86	12,3	1,00
404	24. 10.	3	8.22	2,74	—11,13	—13,38	2,25	—6,5	—4,6	—5,5	—13,5	—20,0	24,1	135	13,0	0,99
406	24. 10.	3	8,22	2,74	—9,40	—12,00	2,60	—4,9	—2,7	—3,8	—15,4	—17,7	22,7	115	12,6	1,05
304	25. 10.	3	8,22	2,74	—11,20	—13,49	2,29	—7,8	—5,6	—6,7	—14,4	—17,5	23,1	131	12,6	0,98
407	28. 10.	3	8,22	2,74	—11,28	—14,16	2,88	—6,3	—4,5	—5,4	—7,2	—17,7	25,9	136	12,2	0,93
405	28. 10.	3	8,22	2,74	—11,18	—13,98	2,80	—7,7	—5,5	—6,6	—7,1	—16,7	27,6	138	12,5	0,95
410	—	3	—	—	Keine Messungen angegeben.											
305	—	3	—	—												

Durch Integration unter Benutzung von Gleichung (6) erhält man

$$v_m = 0{,}521 \cdot v_A \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8)$$

Da Sole und Ammoniak sich im Gegenstrom zu einander bewegen, so ist die mittlere Relativgeschwindigkeit der beiden Medien

$$v_r = 0{,}521 \cdot v_A + v_S \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9)$$

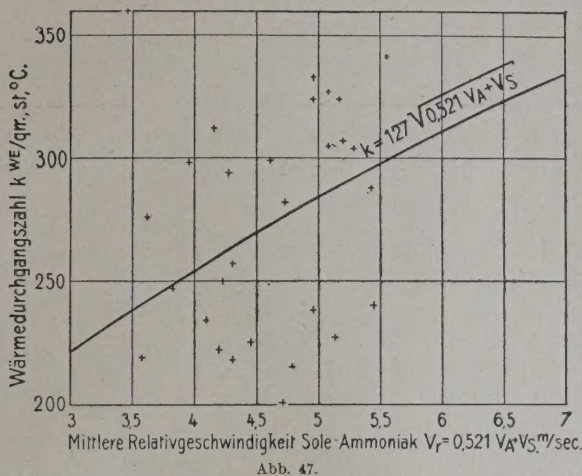


Abb. 47.

Die Auftragung der Wärmedurchgangszahlen über den Werten von v_r (Abb. 47) zeigen indessen wenig mehr Gesetzmäßigkeit als die Auftragungen über v_S und v_A. Für die mittlere Kurve gilt der Wert

$$k = 127 \sqrt{0{,}521\, v_A + v_S} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10)$$

Zu besseren Ergebnissen gelangt man, wenn man diejenigen Versuche, bei denen das Ammoniak den Kühler zu stark überhitzt verläßt, gänzlich ausscheidet und bei einigen anderen Versuchen mit mäßiger Überhitzung die Werte von k umrechnet. Für Versuch 501 ergeben z. B. die Messungen der Ammoniaktemperatur, daß nur neun Doppelrohre jedes Kühlers bei der Verdampfung wirksam gewesen sind. Die Kühlfläche ist daher nur $^9/_{12}$ der Gesamtfläche, und die Wärmedurchgangszahl erhöht sich auf $^{12}/_9$ des ursprünglich berechneten Wertes.[1]) In Zahlentafel 4 sind die berichtigten Versuchsergebnisse und die übrigen Versuche nach Weglassung der unbrauchbaren zusammengestellt. Die Versuche sind außerdem nach der Höhe der Kälteleistung geordnet, da zu erkennen ist, daß diese und im Zusammenhang damit die Temperaturdifferenz zwischen Sole und Ammoniak ebenfalls einen Einfluß auf

[1]) Diese im Original durchgeführte Umrechnung ist etwas roh, da sie die Wärmeübertragung an den überhitzten Ammoniakdampf ganz vernachlässigt. Sie liefert etwas zu günstige Werte für k.

Zahlentafel 3.

Versuch-Nr.	Im Kühler übertragene Wärmemenge WE/st		Mittlere Temperatur des flüssigen Ammoniaks im Kühler	Mittlere Temperaturdifferenz zwischen Sole und Ammoniak	Wärmedurchgangszahl k	Geschwindigkeit der Sole im Kühler	Ammoniak							Mittlere Relativgeschwindigkeit Sole-Ammoniak
	Insgesamt	In einer Abteilung					Minutl. Gewicht in einer Abteilung	Mittl. Druck im Kühler	Spezifisches Volumen des trocken gesättigten Dampfes	Temperatur des Dampfes beim Austritt aus dem Kühler	Spezifisches Volumen d. Dampfes, Überhitzung berücksichtigt	Minutl. Volumen beim Austritt aus dem Kühler	Geschwindigkeit beim Austritt aus dem Kühler	$0{,}521 \cdot v_A + v_S$
			°C	°C	WE/qm, st, °C	v_S m/sec	kg/Min.	kg/cm² abs.	cbm/kg	°C	cbm/kg	cbm/Min.	v_A m/sec	m/sec
204	57 340	28 670	— 11,8	6,36	327	1,46	1,768	2,72	0,450	—	0,450	0,795	6,96	5,08
205	59 680	29 840	— 12,6	7,51	288	1,46	1,872	2,63	0,466	—	0,466	0,872	7,62	5,43
210	50 440	25 220	— 15,6	8,06	227	1,46	1,519	2,31	0,526	— 6,9	0,533	0,810	7,08	5,14
211	49 100	24 550	— 14,6	5,54	324	1,46	1,510	2,41	0,505	— 13,4	0,507	0,767	6,71	4,96
212	49 400	24 700	— 14,6	5,38	333	1,46	1,519	2,42	0,503	— 13,8	0,503	0,764	6,71	4,96
602	76 520	19 130	— 12,1	6,35	219	1,09	1,188	2,69	0,456	— 10,0	0,460	0,546	4,79	3,58
501	68 840	17 210	— 16,6	5,05	247	1,09	1,092	2,21	0,548	— 15,8	0,549	0,600	5,24	3,83
502	64 040	16 010	— 14,6	3,22	360	1,09	0,989	2,41	0,505	—	0,505	0,498	4,36	3,46
503	71 400	17 850	— 16,4	4,15	312	1,31	1,116	2,24	0,559	—	0,559	0,623	5,46	4,16
504	67 960	16 990	— 16,7	4,47	276	0,91	1,088	2,20	0,550	—	0,550	0,597	5,21	3,62
506	98 440	24 610	— 10,7	7,62	234	1,90	1,532	2,84	0,431	—	0,431	0,663	5,79	4,10
508	89 120	22 280	— 7,9	7,41	218	1,90	1,369	3,19	0,386	—	0,386	0,529	4,63	4,31
510	97 040	24 260	— 12,5	7,48	238	1,82	1,497	2,64	0,463	—	0,463	0,691	6,04	4,96
511	94 680	23 670	— 11,5	7,98	215	1,82	1,463	2,76	0,445	—	0,445	0,651	5,70	4,79
301	68 000	17 000	— 16,2	4,14	298	1,28	1,065	2,26	0,538	— 8,6	0,554	0,589	5,15	3,96
303	54 720	18 240	— 16,6	4,69	282	1,75	1,192	2,21	0,548	— 16,9	0,548	0,654	5,73	4,73
513	77 920	19 480	— 17,0	6,29	225	1,31	1,223	2,18	0,556	— 13,0	0,564	0,691	6,04	4,46
516	83 960	20 990	— 17,5	7,56	201	1,31	1,291	2,13	0,568	— 9,3	0,578	0,747	6,53	4,71
408	57 600	19 200	— 16,3	6,27	222	1,26	1,192	2,24	0,542	—	0,542	0,646	5,64	4,20
403	56 920	28 460	— 15,4	7,04	294	1,90	1,772	2,33	0,521	—	0,521	0,923	8,08	4,28
409	44 800	22 400	— 17,6	6,78	240	1,90	1,369	2,12	0,570	— 13,4	0,570	0,779	6,83	5,45
404	56 010	18 670	— 17,7	5,41	250	1,26	1,138	2,11	0,573	— 20,0	0,573	0,651	5,70	4,23
406	64 680	21 560	— 17,1	5,23	299	1,26	1,315	2,16	0,559	— 17,6	0,559	0,736	6,44	4,61
304	57 240	19 080	— 17,8	5,38	257	1,26	1,165	2,10	0,575	— 17,5	0,575	0,668	5,85	4,31
407	69 270	23 090	— 18,4	5,65	307	1,26	1,473	2,05	0,588	— 18,0	0,588	0,866	7,56	5,20
405	69 660	23 220	— 18,2	5,51	305	1,26	1,437	2,06	0,584	— 16,7	0,584	0,838	7,35	5,08
410	72 090	24 030	— 18,7	5,75	304	1,26	1,469	2,02	0,595	— 15,7	0,602	0,883	7,74	5,29
305	70 020	23 340	— 17,9	5,21	324	1,26	1,442	2,09	0,577	— 17,7	0,578	0,858	7,50	5,17

Zahlentafel 4.

Kälteleistung WE/st	Versuch-Nr.	Übertragene Wärmemenge (Kälteleistung) WE/st	Mittlere Temperaturdifferenz Sole-Ammoniak °C	Wegen Überhitzung des Ammoniakdampfes berichtigte Versuche	Zahl der wirksamen Rohre jeder Abteilung	Wärmedurchgangszahl k WE/qm, st, °C	Mittlere Relativgeschwindigkeit Sole-Ammoniak $v_r = 0{,}521 \cdot v_A + v_S$ m/sec
15 000 bis 18 000	501	17 210	5,05	berichtigt	9	329	3,83
	502	16 010	3,22	—	12	360	3,46
	503	17 850	4,15	berichtigt	10	374	4,16
	504	16 990	4,47	»	10	332	3,62
	301	17 000	4,14	»	10	358	3,96
18 000 bis 21 000	303	18 240	4,69	—	12	282	4,73
	404	18 670	5,41	—	12	250	4,23
	304	19 089	5,38	—	12	257	4,31
21 000 bis 24 000	406	21 560	5,23	—	12	299	4,61
	407	23 090	5,65	—	12	307	5,20
	405	23 220	5,51	—	12	305	5,08
	305	23 340	5,21	—	12	324	5,17
24 000 bis 27 000	211	24 550	5,54	—	12	324	4,96
	212	24 700	5,38	—	12	333	4,96
	410	24 030	5,75	—	12	304	5,29
27 000 bis 30 000	204	28 670	6,36	—	12	327	5,08
	403	28 460	7,04	—	12	294	4,28

die Wärmedurchgangszahlen haben. Abb. 48 zeigt die Werte von k einmal für eine Kälteleistung von 15000 bis 18000 WE/Std. und zweitens für größere Kälte-

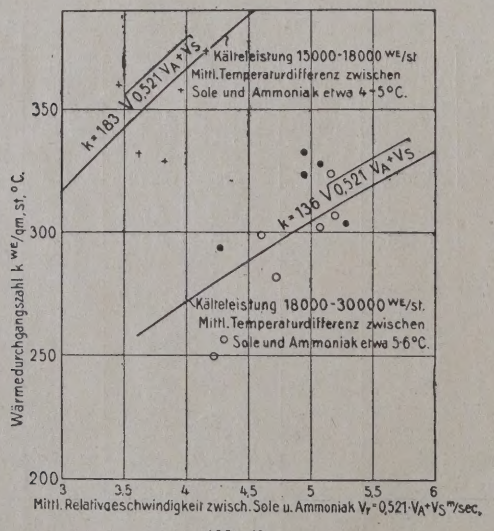


Abb. 48.

leistungen bis zu 30000 WE/Std. Es ergeben sich folgende Werte für k:

$$k = 183 \sqrt{0{,}521\, v_A + v_S} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11)$$

für 15000 bis 18000 WE/Std. Kälteleistung und eine Temperaturdifferenz von etwa 4 bis 5° C und

$$k = 136 \sqrt{0{,}521\, v_A + v_S} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

für Kälteleistungen bis zu 30000 WE/Std. und eine Temperaturdifferenz von etwa 5 bis 6° C. Zwecks Ergänzung dieser Ergebnisse würden Versuche erforderlich sein, bei denen trotz starker Veränderlichkeit der Kälteleistung der Ammoniakdampf den Kühler bei jedem Versuch in gesättigtem Zustand verläßt.

Dr.-Ing. K. Hoefer.

Grundsätze für den Bau von gekühlten Eisenbahnwagen.

Nach Ice and Refrigeration, Juli 1916, hat das russische Kühlkomitee folgende Grundsätze angenommen:

1. Die allgemeine Anordnung der Wagen soll die gleiche wie bei Personenwagen sein, gleichgültig ob sie 4, 6 oder 8 Räder haben.

2. Der Laderaum soll in vierrädrigen Wagen 30 m³, in sechsrädrigen 48 m³ und in achträdrigen 53 m³ betragen.

3. Die Wagen müssen die Rohrleitungen und Anschlußstücke für automatische und Handbremse haben, am besten auch die Bremsen selbst.

4. Die Wagen sollen aus Holz hergestellt und allseitig gut isoliert sein. Das Dach kann aus Eisen, Dachpappe oder Ruberoid sein und ist weiß zu streichen. Eine zweite Decke kann angeordnet sein.

5. Der Boden und die Wände sind bis zu 30 cm Höhe mit Bleiblech, dessen Nahtstellen zu löten sind, auszuschlagen. Oder der Boden kann aus Holzbohlen mit Feder und Nut bestehen, doch muß dann unter der obersten Lage Bohlen eine wasserdichte Schicht angeordnet sein, die an den Wänden noch 30 cm hoch hinaufgeht.

6. Die Türen können einfache oder doppelte sein, sie müssen ebenso wie die Wände isoliert sein, Abdichtungen und ein kräftiges Schloß besitzen.

7. Die Wagen müssen Luken zum Einfüllen des Eises in die Behälter haben, und zwar müssen sie so angeordnet sein, daß das Beeisen rasch und leicht erfolgen kann. Die Luken müssen doppelte Abdeckungen mit guten Abdichtungen und kräftigen Schlössern haben.

8. Die Wagen müssen Steigleitern nach dem Dach haben.

9. Die Wagen können durch Maschinen oder durch Eis und Salz gekühlt sein, auch können Vorrichtungen zu der Verstärkung des Umlaufes der Sole und der kalten Luft angeordnet sein.

10. Ventilatoren können fehlen, sind aber welche angebracht, so müssen sie leicht und dicht von außen abgeschlossen werden können.

11. Unter den Eisbehältern müssen sich Vorrichtungen zum Auffangen des Tauwassers befinden, die Ableitungen dürfen Luft nicht in den Wagen eindringen lassen.

12. Die Wagen sind weiß oder hellgrau anzustreichen. Im Innern müssen alle Metallteile verzinkt oder mit Öl gestrichen sein.

13. Die Wärmedurchgangszahl soll bei bestehenden Wagen 1,1 Kal./qm-° C-Std. nicht übersteigen,

bei neuen für Fleisch und Fische aber nicht 0,8 und bei neuen für Früchte o. dgl. nicht 1,0.

Bezüglich der Art der Eisbehälter, der Eismengen usw. erfolgen später Vorschriften.

Zeitschriftenbericht.

Wissenschaftliche Grundlagen.

Die Oberflächenkondensation des Wasserdampfes. Professor Dr. Wilhelm Nusselt. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure **60**, Heft 27 und 28.

Über thermodynamische Maschinen, die unter Mitwirkung der Schwerkraft arbeiten. I. Teil. V. Bjerknes. Physikalische Zeitschrift **17**, Heft 15.

Untersuchungen über das Gleichgewicht von Flüssigkeit und Dampf des Systems Argon-Stickstoff. G. Holst und L. Hamburger. Zeitschrift für physikalische Chemie **91**, Heft 5.

Kälteverwendung.

Electrically driven ice skating rink. Refrigerating World **51**, Heft 1.

Die Bahn befindet sich in New York, 181. Straße. Die Eisfläche mißt 40 × 15 m. Der NH_3-Kompressor hat 10″ Durchmesser und 22″ Hub, $n = 90$. Der Antriebsmotor hat 100 PS, Zweiphasen-Wechselstrom. Die Berohrung besteht aus 25000 Fuß 1¼″ Rohren. Der Druck, gegen den die Pumpe fördert, beträgt 0,7 Atm.

Refrigeration in bakeries. Refrigerating World. W. R. Fogg. **51**, Heft 1.

Die Maschinen werden hauptsächlich im Hochsommer benutzt, um Gleichmäßigkeit der Erzeugnisse zu erreichen.

Verschiedenes.

Miete- oder Kühlhauslagerung für Kartoffeln? Stetefeld. Eis- und Kälte-Industrie, Wittenberg, **18**, Heft 8.

Zersetzung von Ammoniak. Eis- und Kälte-Industrie, Wittenberg, **18**, Heft 8.

Abwärmeverwertung bei Dieselmotoren. E. Mongrovius. Dinglers Polytechnisches Journal **97**, Heft 11.

Bücherbericht.

(Besprechung vorbehalten.)

Alle hier erwähnten und besprochenen Schriften sind zu beziehen durch die Buchhandlung R. Oldenbourg, München, Glückstr. 10.

Dr.-Ing. Alexander Pfeiffer, Beiträge zur Theorie und Berechnung der Schraubenpumpen auf Grund von Versuchen. Mitteilungen aus der Versuchsanstalt des Hydraulischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule München. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin. Preis 2,50 M.

Felix Stahl, Charlottenburg, Die siegende Kraft im Welthandel. Ein Blick in die Zukunft für Kaufleute und Techniker. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin. Preis 2 M.

Ein sehr bemerkenswertes Buch, das nur ein klarer Kopf, ein tief schürfender Volkswirtschaftler, ein erfahrener Weltmann schreiben konnte.

Ein Vorwort und vier Kapitel, vom Krieg zusammengefügt, geben uns des Verfassers Glaubensbekenntnis über Volks- und Weltwirtschaft und ihren Zusammenhang mit dem Krieg. Es sei allen denen, für die es geschrieben, den Kaufleuten und Technikern, angelegentlichst empfohlen. Die schlichte, klare Sprache, eine Folge des klaren Denkens, ermöglichen es jedem aufmerksamen Leser, der Erörterung auch der schwierigsten wirtschaftlichen Probleme zu folgen.

Im 1. Kapitel gibt der Verfasser eine überraschend kluge und einfache Begründung für die — bedauerliche aber nicht zu leugnende — Tatsache, daß der Deutsche im Auslande nirgends recht beliebt ist. Er findet die Gründe einmal in einem Zwang, unter dem unsere Wirtschaft steht, dann aber auch in gewissen Eigenschaften des Deutschen, die den Kern seines Wesens kaum berühren, aber sein Bild weiten Kreisen im Auslande formen.

Das 2. Kapitel, das sich etwas lang hinzieht, handelt von den Diplomaten und ihrer Kunst. Er weist dabei nach, daß unsere Diplomaten nicht schlechter gewesen seien als die andern, wohl aber ihre Aufgabe schwieriger. Das wird wohl richtig sein, ändert aber natürlich nichts daran, daß von uns schwere Fehler gemacht worden sind. Darüber zu reden wäre allerdings die Stunde jetzt die denkbar ungeeignetste.

Das 3. Kapitel gibt eine treffliche, vorurteilslose Würdigung des Engländers, der englischen Wirtschaft und der Gründe Englands zum Krieg.

Das 4. Kapitel schließlich, fast die Hälfte des Buches, bringt im Anschluß an das Vorwort den Ausblick: Der unbewußte Zweck des Krieges. Zunächst faßt der Verfasser die Grundprobleme der Volkswirtschaft an: Arbeit, Wert, Kapital, Geld und Tausch. Er zeigt die sie verbindenden Fäden und deutet das Ziel an, zu dem die Natur sie hinführt. Wir hören, daß der deutsche Wirtschaftswille am meisten mit dem Ziel, also dem Naturzweck in Übereinstimmung ist, und die tröstliche Botschaft, daß auch der Krieg ein Mittel zu diesem Ziel ist, und daß nach dem Kriege alle Völker immer mehr den deutschen Weg gehen müssen, den Weg der Arbeit. Töricht sind, die glauben, Deutschland und seine Freunde vom Welthandel ausschließen zu können; das Grundgesetz der Natur: Höchste Wirkung bei geringstem Aufwand an Arbeit zwingt sie alle.

Tiefe Gedanken schließen so das Kapitel. Auch wer über das Ziel des Lebens anders denkt, wer vor allem in der Ökonomie der Natur kein für alles Leben gültiges Gesetz sieht, wird dem Verfasser mit Genuß und Nutzen nachdenken.

Berlin. Eugen Simon.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente. Anmeldungen.

17a. L. 43087. Umlaufende Kältemaschine. Fa. Heinrich Lanz, Mannheim. 1. 4. 15.

17a. Sch. 49300. Absorptionskältemaschine, bei der die Abschließungen der verschiedenen Leitungen in einem gemeinsamen Gehäuse vereinigt sind und von einer gemeinsamen, aus dem Gehäuse herausragenden Spindel betätigt werden. Charles Schaer, Langenthal (Schweiz); Vertr.: A. du Bois-Reymond, Max Wagner und G. Lemke, Pat.-Anwälte, Berlin SW. 11. 24. 11. 15.

17f. A. 28136. Anordnung von Heiz- und Kühlrohren. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin. 30. 5. 16.

78e. K. 61450. Verfahren und Vorrichtung zur Verwandlung eines Tauchgefäßes zum Sättigen von Patronen für das Sprengen mit flüssiger Luft in ein Aufbewahrungs- oder Transportgefäß. Ambrosius Kowastch, Charlottenburg, Leibnitzstraße 78, und Rudolf Mewes, Berlin, Pritzwalkerstr. 8. 22. 11. 15.

Erteilungen.

17a. 294281. Oberflächenkondensator für Kältemaschinen. Wilhelm Schäfer, Dirmingen, Bez. Trier. 17. 11. 14. Sch. 47968.

17g. 294516. Verfahren zum Tiefkühlen. Rudolf Mewes, Berlin, Pritzwalkerstr. 8. 6. 9. 13. M. 53563.

17g. 294485. Verfahren zur Zerlegung von Luft in Sauerstoff und Stickstoff mittels Verflüssigung und Rektifikation. Hans Runge, Hannover-Döhren, Pagenstr. 3. 1. 3. 13. R. 37459.

Löschungen.

17a. 243504. 17d. 262109.

Gebrauchsmuster. (Eintragungen.)

17f. 651554. Blockkühler in Fächerform. Haegele & Zweigle, Eßlingen a. N. 12. 1. 16. H. 70760.

Auszüge aus den Patentschriften.

17a. 285026. Absorber für Absorptionskältemaschinen. Adalbert Zellner in München.

Patentanspruch:

Absorber für Absorptionskältemaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß der Absorber aus mehreren ineinander angeordneten Rohren besteht, und daß in das innerste Rohr *f* das kalte

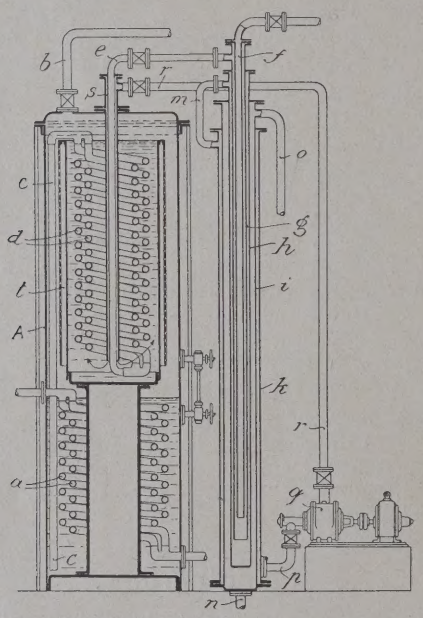


Abb. 49.

Ammoniakgas, in das zweite Rohr *g* die arme Lösung eingeführt werden, die beide in das dritte, am inneren Ende geschlossene Rohr *h* übertreten, in diesem im Gegenstrom zurückgeleitet und dann in den äußeren Mantel zwischen den Rohren *i* und *k* übergeführt werden, während das Kühlwasser in dem Zwischenraum zwischen den Rohren *h* und *i* umläuft und bei horizontaler Anordnung des Absorbers diesen auch noch von außen berieseln kann.

17a. 291937. Kältemaschine, deren Kompressorzylinder im Verflüssigungsraum des Kondensators liegt. Horst-Automatische Kältemaschinen G. m. b. H., in Hamburg.

Die Erfindung betrifft eine Kältemaschine, die insbesondere für den Gebrauch in Haushaltungen bestimmt ist. Im Hinblick darauf, daß in derartigen Haushaltungen die Wartung von Maschinen sehr mangelhaft ist und insbesondere die Schmierung häufig unterbleibt, ist die Anordnung so getroffen, daß selbst beim Ausbleiben der Schmierung eine Gefährdung der Maschine nicht eintritt. Zu diesem Zwecke wird das verflüssigte Kältemittel zur Schmierung des Kolbens und des Kurbelgetriebes des Kompressors herangezogen. Dies wird dadurch erreicht, daß der Verflüssigungsraum der Kältemaschine, in dem der Zylinder des Kompressors in bekannter Weise angeordnet ist, nach unten verlängert ist, daß er in seinem unteren Teile das Kurbelgetriebe aufnimmt, derart, daß dieses in dem am Boden angesammelten verflüssigten Kältemittel arbeitet. Die Menge des in den Kreislauf gebrachten Kältemittels ist so bemessen, daß die in dem Verflüssigungsraum lagernde Kurbelwelle in regelmäßigem Betriebe von dem verflüssigten Kältemittel umspült wird, derart, daß das verflüssigte Kältemittel auch zur Schmierung und Abdichtung der Kurbelwelle dient. Durch diese Anordnung wird der Vorteil erreicht, daß Luftteilchen nicht in den Kreislauf des Kältemittels gelangen können. Solche Luftteilchen würden bekanntlich infolge der mitgerissenen Feuchtigkeit eine Vereisung des Verdampfers herbeiführen, vermöge deren die Anlage betriebsunfähig würde.

Man hat bereits früher das verflüssigte Kältemittel zum Schmieren der Kolbenstange des Kompressors einer Kältemaschine verwendet. Das Kältemittel wurde der Stopfbüchse des Kolbens durch eine Rohrleitung zugeführt. Von dieser bekannten Einrichtung unterscheidet sich die vorliegende durch größere Einfachheit und Zuverlässigkeit insofern, als das verflüssigte Kältemittel von selbst ohne Verwendung einer Leitung an den Ort gelangt, an dem die Schmierung stattfinden soll. Die Schmierung der Kurbelwelle mittels des Kältemittels ist in der bekannten Einrichtung nicht vorgenommen. Diese Anordnung weist den weiteren Vorteil auf, daß die notwendige Abdichtung zwischen der Antriebsmaschine (Elektromotor) und dem Innern der Kältemaschine gerade an die umlaufende Kurbelwelle verlegt ist. Die Luftteilchen können an der umlaufenden Kurbelwelle entlang bedeutend weniger leicht in das Innere der Kältemaschine gelangen, als an einer hin und her gehenden Kolbenstange oder einem Kolben entlang, die infolge ihrer hin und her gehenden Bewegung die Luftteilchen in den Kreislauf befördern.

Patentanspruch:

Kältemaschine, deren Kompressorzylinder im Verflüssigungsraum des Kondensators liegt, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurbelwelle in den nach unten durchgeführten Verflüssigungsraum hineinragt, derart, daß das verflüssigte und am Boden sich sammelnde Kältemittel die Kurbelwelle umspült.

17a. 290100, Leitungsregler für Kältekompressoren. Dr. Gustav Döderlein in Karlsruhe.

Patentanspruch:

Leistungsregler für Kältekompressoren, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilgehäuse des Saugventils selbst als

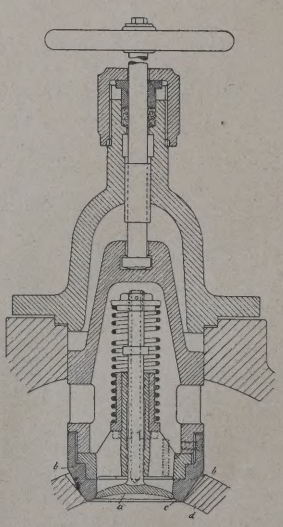


Abb. 50.

Ventil ausgebildet ist und mit dem geschlossenen Saugventil von außen angehoben werden kann, wodurch eine Verbindung zwischen dem Zylinderraum und der Saugleitung hergestellt wird.

17a. 293425. Auffüllvorrichtung für Hochdruck-Kaltluftmaschinen. Leonhard Pütz in Cöln-Kalk.

Bei geschlossenen Kaltluftmaschinen, deren niedrigster Druck über dem Druck der Außenluft liegt, ist Vorsorge zu treffen, daß bei einem Druckverlust infolge Undichtigkeiten Druckluft nachgefüllt werden kann. Diese Aufgabe wird nach der vorliegenden Erfindung dadurch gelöst, daß in die geschlossene Rohrleitung ein Wechselorgan *c* eingebaut ist, das in seiner einen Stellung den Umlauf freigibt, in seiner anderen Stellung den Umlauf unterbricht und gleichzeitig den von dieser Stelle Luft absaugenden Zylinder mit der Außenluft verbindet.

In Abb. 51 ist eine beispielsweise Ausführung der Kaltluftmaschine mit von Hand betätigtem Wechselorgan veranschaulicht; Abb. 51 u. 51a zeigen Vorrichtungen, durch die das Wechselorgan selbsttätig gesteuert werden kann. In Abb. 51 ist *a* der Ausdehnungszylinder, *b* der Verdichtungszylinder, *d* der Solekühler, in dem die ausgedehnte und abgekühlte Luft der Sole Wärme entzieht, *e* der Luftkühler, in dem der verdichteten und erwärmten Luft durch Kühlwasser Wärme entzogen wird, und *c* das als Hahn ausgebildete Wechselorgan.

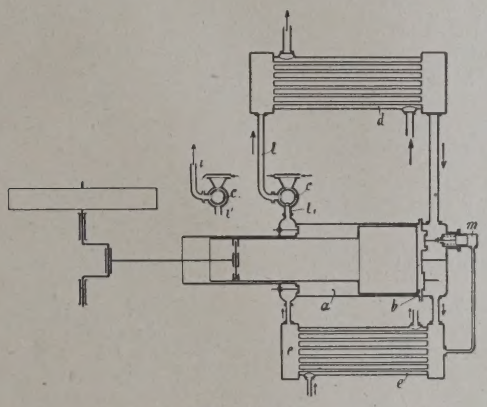


Abb. 51 u. 51a.

In der normalen Betriebsstellung (Umlaufbetrieb) sind die beiden Teile durch den Hahn unter sich verbunden, wie in Abb. 51 gezeigt ist. Die Luft, die im Ausdehnungsgefäß *a* entspannt und gekühlt ist, nimmt im Solekühler *d* Wärme auf. Sie wird im Verdichtungszylinder *b* verdichtet und dabei weiter erwärmt, im Luftkühler *e* durch das Kühlwasser gekühlt, um dann dem Ausdehnungszylinder *a* wieder zugeführt zu werden. Die Luft arbeitet also in einem ununterbrochenen Kreislauf. Wenn keine Undichtigkeiten vorhanden wären, würden die Drücke sich auf eine gleichbleibende Höhe einstellen, wobei der niedrigste Druck der Leitung, nämlich der hinter dem Ausdehnungszylinder im Solekühler immer noch über dem Druck der Außenluft liegt. Durch Undichtigkeit wird der Druck jedoch allmählich unter ein gewünschtes Maß sinken, so daß ein Auffüllen notwendig wird. Hierzu wird der Hahn *c* in die in der Nebenzeichnung (Abb. 51a) veranschaulichte Lage gebracht. Die Leitung *l* zum Solekühler *d* steht nun mit der Außenluft in Verbindung, die Leitung *l'* vom Ausdehnungszylinder *a* ist abgeschlossen. Bei dieser Hahnstellung wird Außenluft beim Rückgang des Verdichtungskolbens durch den Solekühler *d* eingesaugt, beim Vorgang des Kolbens im Verdichtungszylinder *b* verdichtet und durch das Druckventil dem Luftkühler *e* und dem Ausdehnungszylinder *a* zugeführt. Da hinter dem Ausdehnungszylinder die Leitung abgeschlossen ist, kann die Luft nicht entweichen und der Luftdruck steigt rasch an. Um zu verhindern, daß der Druck der verdichteten Luft ein bestimmtes Höchstmaß übersteigt, wenn es unterlassen wird, den Hahn *c* rechtzeitig wieder auf Umlaufstellung umzustellen, kann ein Druckregler *m* vorgesehen werden, der bei Erreichung dieses Höchstdruckes das Saugventil des Verdichtungszylinders *b* dauernd offen hält, so daß der Verdichtungszylinder leer arbeitet, d. h. die beim Saughub angesaugte Luftmenge beim Verdichtungshub durch das Saugventil wieder zurückgeschoben wird.

Patentansprüche:

1. Auffüllvorrichtung für Hochdruck-Kaltluftmaschinen, gekennzeichnet durch ein an einer beliebigen Stelle der Umlaufluftleitung eingeschaltetes Wechselorgan (*c*), das in seiner einen Stellung den Umlauf freigibt, in seiner anderen Stellung den Umlauf unterbricht und gleichzeitig den von dieser Stelle Luft absaugenden Zylinder mit der Außenluft verbindet.

2. Vorrichtung zur selbsttätigen Steuerung einer Auffüllvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch zwei in ihrer Lage vom Druck im Luftkühler beeinflußte Kolben, von denen der eine das Wechselorgan beim Unterschreiten des zugelassenen Mindestdruckes in die Auffüllstellung, der andere beim Überschreiten des zugelassenen Höchstdruckes in die Umlaufstellung bringt.

3. Vorrichtung zur selbsttätigen Steuerung einer Auffüllvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen in seiner Lage vom Druck im Luftkühler beeinflußten Kolben, der das Wechselorgan beim Unterschreiten des zugelassenen Mindestdruckes in die Auffüllstellung, beim Überschreiten des zugelassenen Höchstdruckes in die Umlaufstellung bringt.

4. Ausbildung der Steuerkolben nach Anspruch 1, 2 u. 3, gekennzeichnet durch ihre Verbindung mit in den Endstellungen auf ihnen aufruhenden Ventilen, bei denen der Ventilteller des bei Niederdruck sich öffnenden Ventils größer, des bei Hochdruck sich öffnenden Ventils kleiner als die Kolbenfläche ist, um die bewegende Kraft zur schnellen und sicheren Durchführung der Umschaltbewegung nach Anheben des Ventils selbsttätig zu erhöhen und dadurch die Bewegung von Druckschwankungen unabhängig zu machen.

17a. 289947. Vorrichtung zur Entgasung des Kältemittels in Berieselungskondensatoren. Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G. in Wiesbaden.

Patentanspruch:

Vorrichtung zur Entgasung des Kältemittels in Berieselungskondensatoren, dadurch gekennzeichnet, daß das in bekannter Weise anzuordnende Zwischensammelstück mit großem Querschnitt ausgeführt und mit unmittelbar aufgesetztem Dom mit Ablaßhähnchen versehen wird.

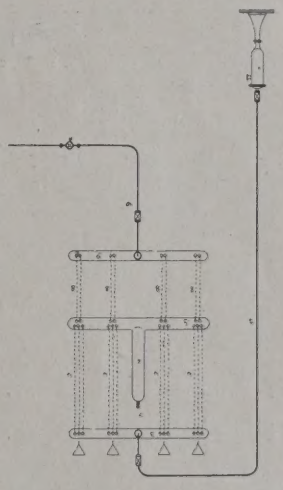


Abb. 52.

17a. 293379. Kältemittel-Einlaßvorrichtung zwischen Kondensator und Verdampfer bei Kleinkältemaschinen. Albert Gerlach in Nordhausen.

Es handelt sich um eine neuartige Kleinkältemaschine, die mit einem Kältemittel arbeitet, welches sich schon bei ganz geringem Druck (etwa einer halben Atmosphäre) verflüssigt. Der Vorteil des Betriebes mit so geringem Druck ist gerade bei Kleinkältemaschinen ein ganz bedeutender. Nun haben aber Kältemittel solcher Art fast alle die Eigentümlichkeit, daß sie in Verbindung mit den geringsten anderen Bestandteilen, die sie entweder schon in sich bargen oder in den Hohlkörpern der Kältemaschine aufnahmen, zur Eisbildung neigen. Das hat Störungen im Betriebe zur Folge und vermindert den Wert solcher Kältemittel. Die Gefahr ungewollter Eisbildung ist naturgemäß am größten an der Stelle, wo das Kältemittel zu

verdampfen beginnt, also beim Eintritt in den Verdampfer. An dieser Stelle, wo die Reguliervorrichtung sein muß, ist der Querschnitt des Durchganges am kleinsten und deshalb die Neigung zur Eisbildung in und hinter dieser Reguliervorrichtung am größten.

Die vorliegende Erfindung hat den Zweck, die beschriebene, in der Praxis beobachtete Gefahr zu beseitigen, indem

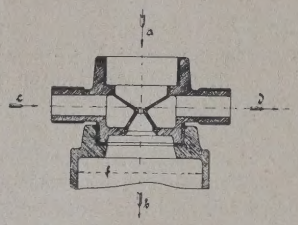


Abb. 53.

die Kältemittel-Einlaßvorrichtung zwischen Kondensator und Verdampfer eine eigenartige Form und sehr dünne Wandung erhält und von einem Wärmemittel umspült wird, so daß eine Eisbildung an dieser gefährlichen Stelle verhütet ist. Auf dem weiteren Wege ist die Gefahr erheblich geringer, da die Geschwindigkeit des verdampfenden Kältemittels in den größeren Durchgängen kleiner ist und sich die schädlichen Bestandteile auf dem weiteren Wege absetzen können. Das Einlaßorgan erhält zur sicheren Erreichung vorbesagten Zweckes eine Einschnürung an der Übertrittsstelle des Kältemittels derartig, daß das umspülende Wärmemittel so nahe wie nur möglich an die Stelle der Gefriergefahr gelangen kann.

Die Zeichnung soll die gedachte Ausführungsform darstellen. Die Einlaßvorrichtung besteht aus einer eigenartig geformten und sehr dünnwandigen Düse oder auch aus einem Ventil mit gleichen Eigenschaften. Das vom Kondensator kommende Kältemittel strömt in der Richtung *a-b* durch die Einlaßvorrichtung. Das Wärmemittel wird in der Richtung *c-d* geführt und umspült beständig die gefährliche Stelle des Kältemittelüberganges, so daß nach den praktischen Beobachtungen eine Eisbildung nicht mehr stattfindet. Als geeignetstes und vorhandenes Wärmemittel soll das aus dem Kondensator tretende, also vorgewärmte Kühlwasser benutzt werden. Es kann aber auch ein anderes Wärmemittel in Anwendung kommen, etwa ein Gas oder das aus dem Kondensator kommende Kältemittel selbst.

Patentanspruch:

Kältemittel-Einlaßvorrichtung zwischen Kondensator und Verdampfer bei Kleinkältemaschinen, gekennzeichnet durch eine dünnwandige Düse oder ein dünnwandiges Ventil, die an der Übertrittsstelle des Kältemittels eine Einschnürung erhalten und an dieser Stelle von einem Wärmemittel zur Verhütung der Gefriergefahr umspült werden.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz Ludwigshöhe.
Schriftführer: A. Kaufmann, Oberingenieur. Adr.: Berlin NW. 23, Brückenallee 11.
Schatzmeister: E. Brandt, Direktor. Adr.: Berlin NW. 5, Rathenower-Str. 53.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur G. Cattaneo, Berlin.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Direktor A. Lucas, Leipzig A.

In der Septembersitzung des Berliner Kälte-Vereins berichtete Herr Professor Dr. Plank über die Versuche, die er im Auftrage der Zentral-Einkaufsgesellschaft über die Lagerung von Obst in Kühlräumen gemacht hat. Da der ausführliche Bericht in Kürze in Buchform bei R. Oldenbourg erscheinen wird, beschränkte sich der Vortragende auf die Besprechung der Lebensvorgänge im Obst und gab ein sehr klares Bild von den chemischen Veränderungen, die die Entwicklung einer Frucht begleiten. Es wurde gezeigt, wie sich beim Aufbau aus Kohlensäure und Wasser Formaldehyd, Stärke, Rohrzucker und Fruchtsäuren bilden, wie beim Reifen der Invertzucker entsteht und der Säuregehalt abnimmt und wie schließlich beim Verfall Zucker wie Säure veratmet werden, d. h. sich wieder in Kohlensäure und Wasserdampf verwandeln. Auf die Vorgänge bei Abschluß der Früchte von der Luft, die Gärungserscheinungen, wurde nur kurz eingegangen, da sie bei der Kaltlagerung kaum auftreten. Man kann die stündlich von 1 kg Obst gebildete Kohlensäure als ein Maß für die Reifungsgeschwindigkeit annehmen, und diese ist in bestimmter Weise von der Lagertemperatur abhängig. Gore hat gezeigt, daß die Gleichung $\log y = \log y_0 + at$ gilt, wobei y die pro kg stündlich bei der Temperatur t^0 C erzeugte CO_2-Menge in Milligramm, y_0 die bei 0^0 C erzeugte CO_2-Menge und a eine Konstante ist, die bei allen Obstsorten fast genau gleich 0,0376 ist, während y_0 bei jeder Sorte einen andern Wert hat. Je höher y_0, um so rascher reift die Frucht im Kühlhause, um so kürzere Zeit kann die Frucht vollwertig erhalten werden. Für Himbeeren ist $y_0 = 20{,}4$, für Erdbeeren 17,4; diese Früchte verfallen sehr rasch. Pfirsiche mit $y_0 = 10{,}9$, Pflaumen mit $y_0 = 6{,}5$ halten etwas länger; doch hat sich gerade bei diesen Früchten gezeigt, daß sie ihre Fruchtsäure sehr bald fast völlig einbüßten und damit ihren kennzeichnenden Geschmack völlig verlieren. Bei Äpfeln und Birnen (einzelnen Sorten) ist $y_0 = 4{,}3$ bzw. 2,9 und bei Apfelsinen, die sich am besten lagern lassen, 1,8. Bei den Versuchen, die Herr Professor Plank angestellt hat, hat sich ergeben, daß das Obst im Kühlraum stets eine etwas höhere Temperatur hat als der Kühlraum selbst, was ja in Anbetracht der Lebensvorgänge leicht verständlich ist, und daß diese Temperaturdifferenz direkt der stündlich erzeugten CO_2-Menge, also der Reifungsgeschwindigkeit proportional ist. — Bei der anschließenden Besprechung, an der sich besonders Herr Professor Echtermeyer, Direktor der Gärtnereilehranstalt in Dahlem, beteiligte, wurde noch festgestellt, daß ein erheblicher Gewichtsverlust im Verlaufe der Lagerung nicht auftritt.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang | **München, November 1916** | **11. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Beiträge zur Geschichte der Kältetechnik. Von C. Linde. S. 105. — Über den Schutz gegen Schall und Erschütterungen. S. 108

Bücherbericht. S. 111.
Persönliches. S. 112. — **Patentbericht.** S. 112.
Deutscher Kälte-Verein. S. 112.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Beiträge zur Geschichte der Kältetechnik.[1])

Von C. Linde.

a) Die ersten Lindeschen Kältemaschinenkompressoren.

Inzwischen war (i. J. 1872) für den Bau einer ersten Kältemaschine der Entwurf fertiggestellt und der Maschinenfabrik Augsburg zur Ausführung übergeben worden. Für diesen Entwurf war ich davon ausgegangen, daß derjenige Arbeitsgang einer Kältemaschine die beste Annäherung an die höchsterreichbare Leistung verspreche, bei welchem eine »flüchtige« Flüssigkeit unter Aufnahme der zu entziehenden Wärme von dem abzukühlenden Körper verdampft und sodann die entwickelten Dämpfe durch eine Druckpumpe auf denjenigen Druck gebracht werden, bei welchem unter Abgabe von Wärme an Kühlwasser die Wiederverflüssigung und die Rückkehr zum Verdampfer stattfindet. Dieser Arbeitsgang war in England unter Anwendung von Schwefeläther (insbesondere durch Siebe) mehrfach angewendet. Der verhältnismäßig niedrige Druck, unter welchem hierbei derselbe verläuft, hat erhebliche Verluste zur Folge, so daß die Benutzung flüchtigerer Flüssigkeiten geboten erschien. Hierzu hatte man sich aber bisher nicht entschließen können mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, welche insbesondere die Abdichtung der beweglichen Abschlußorgane bei höheren Drücken darbot. Voraussetzung für den Übergang zu flüchtigeren Flüssigkeiten war also die Auffindung geeigneter Abdichtungsmittel. Durch dieses Erfordernis war die erste Bauart völlig beherrscht, die ich schon in der Abhandlung über die »Verbesserte Eis- und Kühlmaschine« vorgeschlagen hatte und nunmehr zur Ausführung brachte[1]). Als flüchtige Flüssigkeit hatte ich Methyläther gewählt. Da damals die Beschaffung verdichteter Gase in Stahlflaschen noch nicht möglich war, so half mir Erlenmeyer in der Weise, daß er eine Lösung von Methyläther in Schwefelsäure herstellen ließ, welche in Korbflaschen in den Maschinenraum gebracht wurde und bei langsamem Eingießen in Wasser den Methyläther in dem Maße freigab, in welchem er von der Gaspumpe angesaugt und im Kondensator in reinem Zustande verdichtet wurde. Nachdem verschiedene Schwierigkeiten der Ingangsetzung überwunden und wir zu Leistungsmessungen gelangt waren, zeigte sich zu unserer großen Befriedigung, daß der erzielte Wirkungsgrad mindestens doppelt so groß war wie der als bester aus Messungen an den bisherigen Kältemaschinen bekannte. Gedämpft war die Befriedigung freilich dadurch, daß der Betrieb der Gaspumpe fortwährend einer so aufmerksamen Überwachung bedurfte und dabei einen so langsamen Gang bedingte,

[1]) Dem Buche »Aus meinem Leben und von meiner Arbeit« mit freundlicher Erlaubnis des Verfassers entnommen.

[1]) Sie ist in Abb. 54 (s. S. 106) schematisch dargestellt. Der Raum vom Kolben K bis zu den Glocken G ist mit einer Sperrflüssigkeit angefüllt und durch Quecksilber q von dem über den Glocken befindlichen Gasraume getrennt, wodurch jede Entweichung von Gas durch die Stopfbüchsen vollkommen ausgeschlossen ist.

daß diese Bauart für die Erfordernisse der Praxis nicht als geeignete Lösung gelten konnte. Diese Erkenntnis führte zu dem Entwurf einer zweiten Bauart, welche von diesem Übelstande frei erschien. Auch glaubte ich einen Schritt weiter in bezug auf die Flüchtigkeit der als Kälteträger zu verwendenden Flüssigkeit wagen zu können durch Übergang zu dem in den

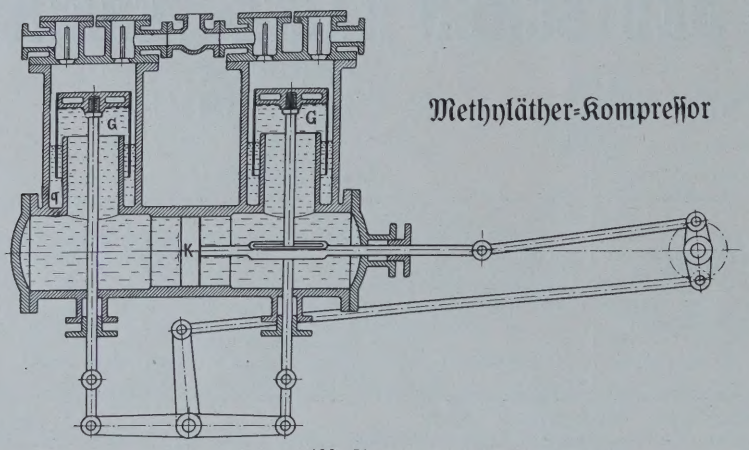


Abb. 54.

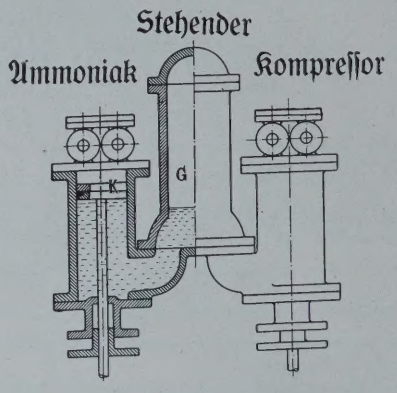


Abb. 55.

Carreschen Absorptionsmaschinen bereits angewendeten Ammoniak. So erschien mir der Bau einer zweiten Maschine dringend wünschenswert. So schritt ich zur Ausführung eines zweiten Entwurfes[1]). Ebenso wie bei der ersten Bauart hatten hier die Stopfbüchsen nicht gegen das Gas, sondern nur gegen die — gleichzeitig zur Schmierung dienende — Sperrflüssigkeit abzudichten. Schon die ersten Versuche mit diesem zweiten Kompressor zeigten völlig befriedigende Ergebnisse. In Verbindung mit dem zur Abkühlung einer Flüssigkeit eingerichteten Verdampfer und dem Kondensator stellte er eine allen Anforderungen an den praktischen Betrieb entsprechende Maschine dar, welche in einer zweiten Ausführung — im Frühjahr 1877 — in der Dreherschen Brauerei zu Triest aufgestellt daselbst bis zum Jahre 1908 zu voller Zufriedenheit gearbeitet hat und nunmehr im Technischen Museum zu Wien als »Erstling der Lindeschen Kältemaschinen« Aufnahme gefunden hat.

Wenn wir trotzdem nicht bei dieser Bauart stehen geblieben, vielmehr unter völliger Annäherung an die üblichen Anordnungen von Gaspumpen zu einer dritten Bauform übergegangen sind, so war dies einerseits dadurch veranlaßt, daß durch die seitherigen Beobachtungen die Furcht vor Gasverlusten vermindert war, und anderseits dadurch, daß die Herstellungskosten der üblichen liegenden und doppeltwirkenden Gaspumpen wesentlich niedriger erschienen

[1]) Abb. 55 zeigt die gewählte Bauart. Die beiden Arbeitszylinder sind unten in offener Verbindung miteinander und mit dem Raume *G*. Die Kolben *K* schieben die diesen Raum großenteils ausfüllende Sperrflüssigkeit hin und her, wobei der daselbst herrschende Druck etwas höher gehalten ist als der höchste Gasdruck auf der Oberseite der Kolben.

als diejenigen der stehenden, einfachwirkenden Doppelpumpen, deren Hubzahl mit Rücksicht auf die Hin- und Herbewegung der Sperrflüssigkeit immer noch eine beschränkte bleiben mußte. Wie so oft bei der Lösung neuer Aufgaben vollzog sich dieselbe auch hier unter dem Übergange von komplizierten zu immer einfacheren Konstruktionsmitteln. Die Vorsichtsmaßregeln gegen Gasverluste beschränken sich bei dieser dritten Bauart darauf, daß die gegen die Atmosphäre abschließende Stopfbuchspackung niemals gegen einen höheren inneren Druck abzudichten hat als den niedrigen im Verdampfer bestehenden, nicht also gegen die höheren aus der Kompression sich ergebenden Spannungen[1]). Nach Ingangsetzung des ersten liegenden doppeltwirkenden

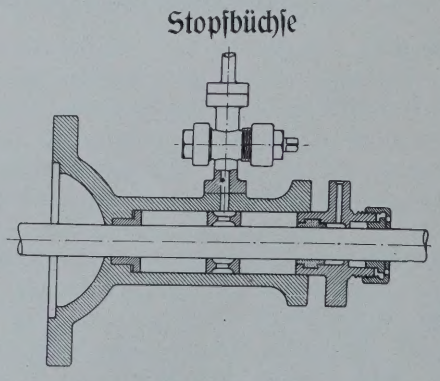


Abb. 56.

Ammoniakkompressors — er war von der Maschinenfabrik Augsburg in ebenso mustergültiger Weise ausgeführt wie die früheren Bauarten — überzeugten wir uns davon, daß es mit dieser Anordnung leicht möglich war, die Ammoniakverluste auf ein so geringes Maß

[1]) Die Bauform dieser Stopfbüchsen ist aus Abb. 56 ersichtlich. Zwei Packungen sind durch eine »Laterne« getrennt, deren Hohlraum mit Sperrflüssigkeit gefüllt ist und mit dem Verdampfer in Verbindung steht. Abb. 57 (s. S. 107) zeigt im Horizontalschnitte den ganzen Kompressorzylinder mit Saug- und Druckventilen.

zu beschränken, daß sie kein Hindernis in technischer und ökonomischer Hinsicht darstellten. Ernstliche Bedenken hatten auch darüber bestanden, ob bei liegender Anordnung die Saug- und Druckventile mit voller Zuverlässigkeit dauernd arbeiten würden. Ein durch mehrere Wochen hindurch unterhaltener Gang des Kompressors beruhigte uns vollständig hierüber. Diese dritte Bauform ist bis heute beibehalten und in Europa ganz allgemein für die Kompressoren der Kältemaschinen zur Anwendung gelangt, während in Amerika teilweise die zweite Bauart festgehalten wurde.

Liegender Ammoniak-Kompressor

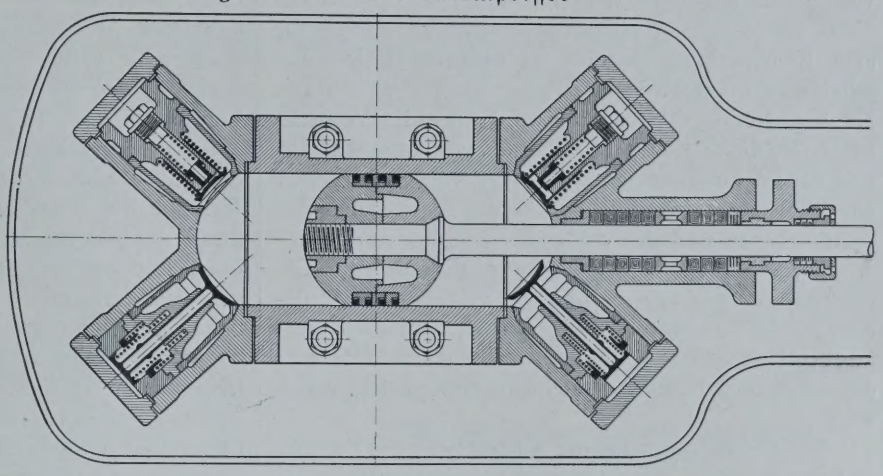


Abb. 57.

b) Der erste Klareis-Erzeuger.

Mit der Herstellung von Eis haben wir uns natürlich auch beschäftigt. Einerseits galt es in quantitativer Hinsicht die Abhängigkeit des Gefrierprozesses von der Salzlösungstemperatur und von der Größe und Bauform der als »Eiszellen« dienenden Blechgefäße und anderseits in qualitativer Beziehung die Bedingungen für die Gewinnung von ganz durchsichtigem und von möglichst keimfreiem Eise zu ermitteln. Als eine wirtschaftlich wichtige Aufgabe erschien es, Eisgeneratoren zu entwerfen, welche für den Großbetrieb die Handarbeit auf das geringste Maß vermindern sollten. Die bisherigen Eismaschinen bedienten sich solcher Einrichtungen, bei welchen die Eiszellen einzeln mit Wasser gefüllt, in die Salzlösung eingesetzt, nach vollendetem Gefrierprozesse (an der gleichen Stelle) ausgehoben, in ein mit warmem Wasser gefülltes Auftaugefäß eingetaucht und entleert wurden. Damit war, sobald es sich um größere Produktion handelte, eine ermüdende Handarbeit und eine größere Anzahl von Arbeitern erforderlich. Die Mittel zu Verbesserung dieses Zustandes bestanden nun darin: 1. daß die Eiszellen reihenweise durch Rahmen zusammengefaßt werden, welche mittels Rollen auf beiderseitigen Längsschienen beweglich sind, 2. daß diese Zellenreihen durch Laufkrane auf der einen (»hinteren«) Seite des Generatorkastens mit Wasser gefüllt eingesetzt und auf der vorderen Seite ausgefroren ausgehoben und in das Auftaugefäß eingetaucht werden, während nach jedem Aushube die sämtlichen Zellenreihen durch einen Vorschubmechanismus um eine Reihe vorbewegt werden, 3. daß das Einfüllen der richtigen Wassermenge in die Zellen durch Umkippen eines Füllmechanismus für die ganze Zellenreihe selbsttätig geschieht, und 4. daß die den Eisgenerator füllende Salzlösung zwischen dem Zellenraume und einer die Verdampferrohre enthaltenden Abteilung in Umlauf gehalten wird. Diese Bauart wurde erstmals (1878) für die Franziskanerbrauerei in München ausgeführt und ist seitdem für den gesamten Eismaschinenbau typisch geworden.

Für die Gewinnung von Klareis ging ich zu rotierenden Generatoren über (s. Abb. 58), bei welchen durch die Bewegung des Wassers an den Gefrierflächen die Luftbläschen weggeschwemmt werden, die das Eis undurchsichtig machen. Für die Trennung der außen zusammengefrorenen Eisplatten diente dabei ein gleichfalls (während des Auftauens) rotierendes Bündel von dampfgeheizten Röhren. Zwei große Ausführungen dieser Bauform haben (neben einer Ausstellungsgarnitur) in Bombay und in Paris viele Jahre lang zufriedenstellend gearbeitet. Von weiterer Anwendung aber ließ die Auffindung einfacherer Mittel zur Klareisdarstellung absehen.

Rotierender Eiserzeuger

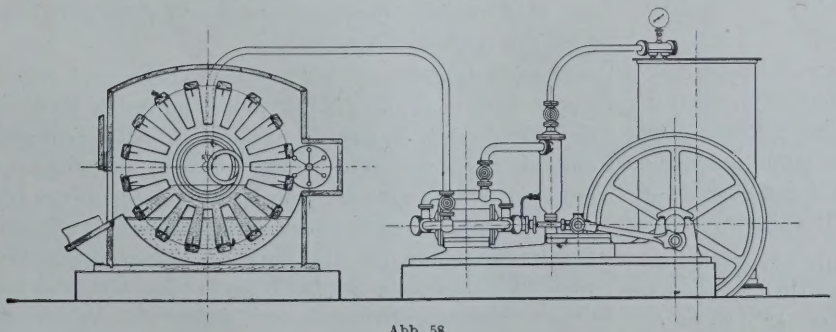


Abb. 58.

Über den Schutz gegen Schall und Erschütterungen.[1])

Das Laboratorium für technische Physik der Technischen Hochschule in München hat das Verdienst, gründliche Untersuchungen über die Fortpflanzung von Schall angestellt und vor allem auch die technisch verwendbaren Mittel untersucht zu haben, die eine Beschränkung der oft so überaus lästigen Erscheinungen ermöglichen. In einer kleinen Schrift von Dr.-Ing. Rudolf Ottenstein wird über die Versuche berichtet, die er selbst im Laboratorium angestellt hat und die im Zusammenhang mit den früheren Arbeiten ein schon recht klares Bild über die bestehenden Zusammenhänge und die verfügbaren Mittel geben.

Da die Frage des Schutzes gegen störende Geräusche auch für unsere Industrie von erheblicher Bedeutung ist — man denke nur an die Kältemaschinen in Krankenhäusern und Gasthäusern —, so mag hier der wesentliche Inhalt des Büchleins kurz wiedergegeben werden.

Die Bedingungen für die Ausbreitung des Schalles und des Schutzes gegen ihn sind völlig verschieden, je nachdem die Übertragung durch Luft oder durch feste Körper erfolgt. Die erstere tritt z. B. beim Sprechen auf, die letztere bei den von Schwingungen in Maschinen herrührenden Geräuschen und Stößen. Natürlich können beide Übertragungsarten gleichzeitig auftreten, man wird aber stets den »Luftschall« getrennt vom »Bodenschall« behandeln müssen.

In der Luft pflanzt sich der Schall durch Longitudinal- oder Verdichtungswellen, fort und zwar mit einer Geschwindigkeit von 332 m/Sek. Der Schall stellt bekanntlich eine Form der Energie dar, aber

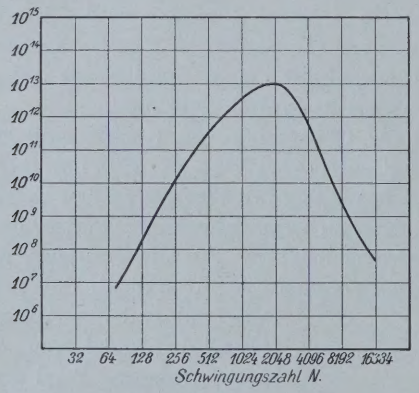


Abb. 59.

unser Ohr empfindet gleiche Mengen von Schallenergie ganz verschieden, je nach der Tonhöhe, d. h. nach der Zahl der in einer Sekunde erfolgenden Schwingungen. Abb. 59 zeigte die Abhängigkeit der empfundenen — physiologischen — Schallstärke von der Schwingungszahl unter der Voraussetzung gleichbleibender mechanischer Schallenergie. Diesen Verhältnissen entsprechend sind bei den Messungen vielfach subjektive Verfahren benutzt worden, bei denen mit einer Stimmgabel Töne erzeugt und durch die zu untersuchenden Mittel so geschwächt wurden, daß sie bei dem Beobachter eben gerade keine Schallempfindung mehr hervorriefen, daß diese also eben unterhalb der »Reizschwelle« lagen. Befindet sich der Beobachter hinter einer Wand, deren Schalldurchlässigkeit geprüft werden soll, so ist die Stärke des Tones, den man in einem bestimmten Abstand vor der Wand erzeugen muß, um bei dem Beobachter eben noch keine Schallempfindung hervorgerufen, ein Maß für die Schalldurchlässigkeit der Wand. Neben dieser subjektiven sind objektive Meßverfahren ausgearbeitet worden, bei denen der Beobachter durch eine Vorrichtung ersetzt wird, in der durch einen Schall ein elektrischer Strom ausgelöst wird; die Intensität des Stromes ist hier ein Maß für die vom Empfänger aufgenommene Schallstärke. Der Geber besteht aus einer Stimmgabel, die durch einen aus einstellbarer Höhe herabfallenden Hammer angeschlagen wird. Fallhöhe und Schallstärke stehen in fester Beziehung zueinander.

Es wurden eine Reihe von luftschalldämpfenden Zwischenwänden untersucht. Wenn eine Wand einen Raum gegen Luftschall schützen soll, so muß sie vor allem dicht sein; jeder noch so kleine Spalt leitet den Schall vorzüglich auch durch sonst nichtleitende Wände. Hieraus folgt, daß poröse Körper wie Fries o. dgl. durchaus ungeeignet sind, den Schall fernzuhalten. Verwendet man Tücher in mehrfacher Lage, so ist die Wirkung etwas besser, doch ist der Einfluß jeder weiteren Lage um so geringer, je mehr schon angewandt sind. Bei einer Untersuchung Ottensteins wurden drei je 7 cm starke Korksteinplatten geprüft, von denen die eine sehr luftdurchlässig, die andere weniger und die dritte aus geteertem Korkstein mit Papiereinlagen fast undurchlässig war. Bei diesen Körpern wurde die Reizschwelle bei folgenden verhältnismäßigen Schallstärken erreicht:

Stoff:	Schallstärke:
Freie Luft	1,5
Durchlässiger Korkstein I	5,1
» » II	7,4
Geteerter » III	18

Man erkennt ohne weiteres den ungünstigen Einfluß der Luftdurchlässigkeit.

Auch Wände, die vollkommen dicht sind, übertragen Luftschall, da die Luftwellen im festen Material der Wand Verdichtungswellen anregen. Allgemein gilt, daß die schwerere Wand unter gleichen Verhältnissen besseren Schutz gibt als eine leichtere. Allerdings besteht auch noch eine andere Möglichkeit der Schallübertragung, bei der die Wirkung des größeren Gewichtes aufgehoben wird. Das ist die Übertragung durch Biegungsschwingen, bei denen die Wand als

[1]) Unter diesem Titel ist eine Schrift von Dr.-Ing. Rudolf Ottenstein als Beiheft zum »Gesundheits-Ingenieur« bei R. Oldenbourg, München, erschienen. Preis geh. M. 4.—.

Ganzes wie eine Membran schwingt. Für Übertragung nur durch Biegungsschwingung gilt, daß die Schalldurchlässigkeit proportional der dritten Potenz der Wanddicke und einfach proportional dem Elastizitätsmodul abnimmt. Also auch hier ist die Schalleitung um so geringer, je schwerer die Wand, freilich auch je dehnbarer das Material ist. Hat man eine Wand, z. B. eine Tür, deren Befestigung veränderlich ist, so kann man auch durch Verspannen die Schwingungen dämpfen und dadurch die Schalldurchlässigkeit verringern. Doch wächst nicht etwa die Schallverminderung mit der Stärke der Verspannung. Abb. 60 zeigt die Verhältnisse bei einer Holzplatte, die durch eine Druckschraube in der Mitte belastet in ihrer freien Schwingung behindert wurde. Das Wiederansteigen der Schallstärke bei höheren Anpressungen dürfte auf Resonanz von Oberschwingungen zurückzuführen sein.

Die Zusammensetzung von Wänden aus verschiedenen Baustoffen gibt die Möglichkeit trotz verhältnismäßig geringen Gewichtes gute Wirkungen zu erzielen, wenn die einzelnen Schichten ihre Schwingungen gegenseitig stören. Das ist besonder wichtig bei nachträglichen Änderungen an ungenügend schallschützenden Wänden. Die Wand muß natürlich luftundurchlässig sein, und die einzelnen Teile dürfen die Biegungsschwingungen nicht aufeinander übertragen. Es wurden eine Anzahl von Zusammensetzungen untersucht, und die Ergebnisse sind in Zahlentafel 1 wiedergegeben. Bei den Anordnungen 13, 14 und 15 konnte die Reizschwelle mit der vorhandenen Vorrichtung nicht mehr erreicht werden. Bei 13 und 14 konnte man mit dem Ohr gerade noch etwas wahrnehmen, bei 15 nicht mehr. Bei den Anordnungen 2 und 5 wird die Luftdurchlässigkeit der Ziegelwand nicht wesentlich verringert. Wesentlich besser als das elastische Korkpulver verhält sich Schweißsand, der unfähig ist, Biegungsschwingungen zu übertragen und sich fast wie ein plastischer Körper verhält. Doch wird die günstige Wirkung des Sandes durch die Querleisten der Anordnung 3 zum großen Teil wieder aufgehoben. Bei 7, 8 und 9 ist Schicht I fast völlig undurchlässig und auch die Biegungsschwingungen sind geringer. Besonders abdichtend wirkt bei 10 und 12 der feuchte Lehm. Ausgezeichnet dichtet Asphalt ab, bei 14 und 15 schließlich wirkt die große Vermehrung der Massen. — Aus den Versuchen ergibt sich, daß plastische Mas-

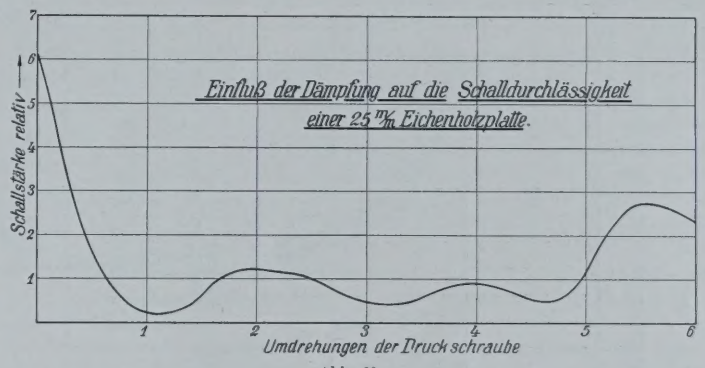


Abb. 60.

Zahlentafel 1. Untersuchte Wandkombinationen.

Wand-Nr.	Relative Schalldurchlässigkeit	I. Schicht	Dicke in mm	II. Schicht	Dicke in mm	III. Schicht	Dicke in mm	Bemerkungen
1	100	—	—	—	—	Ziegelmauer (halbsteinstark)	120	Mit Gips verbunden
2	80	Preßkork	30	Korkpulver (Korn 4 mm)	50	do.	120	—
3	77	do.	30	Schweißsand	50	do.	120	Mit Querleisten aus Preßkork zw. I. u. III. Schicht
4	75	do.	30	Luft	50	do,	120	Ohne Querleisten zwischen I. u. III. Schicht
5	73	do.	30	Schweißsand	50	do.	120	Desgleichen
6	72	—	—	Lehm trocken	30	do.	120	Desgleichen
7	70	Dachziegel (Biberschwänze)	20	Luft	150	do.	120	Mit ganz trockenem Verputz 4 mm
8	58	do.	20	Luft	150	do.	120	Mit ziemlich trockenem Verputz 4 mm
9	54	do.	20	Luft	150	do.	120	Mit nassem Verputz 4 mm
10	33	—	—	Lehm halbtrocken	30	do.	120	—
11	30	—	—	Ziegelmauer (hochkant)	65	do.	120	Schicht II u. III mit Gips verbunden
12	25	—	—	Lehm naß	30	do.	120	—
13	—	—	—	Asphalt	40	Ziegelmauer (halbsteinstark)	120	—
14	—	—	—	Ziegelmauer (halbsteinstark)	120	do.	120	Schicht II u. III mit Gips verbunden
15	—	Ziegelmauer (hochkant)	65	Ziegelmauer (hochkant)	65	do.	120	Schicht I, II und III mit Gips verbunden

sen (feuchter Lehm) in hervorragendem Maße schalldämpfend wirken, weil sich in ihnen die Schallenergie in Wärme umsetzt, und weil sie hervorragend abdichtend gegen Luftdurchtritt wirken.

Der Bodenschall pflanzt sich durch Wellenbewegung im Boden bzw. in den mit diesem verbundenen Massen fort. Es können auftreten: 1. Verdichtungswellen, 2. Schubwellen, 3. Oberflächenwellen, 4. bei stabförmigen Körpern Dehnungswellen. Die Wellen im Baustoff können elastische Körper, die gerade die gleiche Schwingungszahl haben, zum lebhaften Tönen bringen, oder aber sie bringen durch Vermittlung schwingungsfähiger Körper wie Zimmerdecken usw. einen sekundären Luftschall hervor. Die Schutzvorrichtungen gegen Bodenschall können angebracht werden: 1. am Stoßpunkte, 2. an den stoßenden Massen, 3. am ersten Übertragungskörper, 4. am schalleitenden Körper, 5. am zweiten Übertragungskörper (sekundärer Luftschall). Die Aussichten auf möglichst gründliche Beseitigung des Bodenschalles werden um so größer sein, je näher die Schutzvorrichtungen an die Stoßstelle herangebracht werden können. Den Stoßpunkt selbst zu erfassen wird kaum je möglich sein. Eine wesentliche Vergrößerung der gestoßenen Masse (des Maschinenfundamentes) wird dazu beitragen, die Schwingungen bedeutend herabzusetzen, und dieses Mittel wird der Maschineningenieur in erster Reihe anwenden. Am ersten Schalleiter — oft schwingende Träger o. dgl. — lassen sich Schutzvorrichtungen kaum anbringen.

Man ist gezwungen, die Schalleitung zu unterbrechen. Das geschieht am besten durch Einschalten eines Luftzwischenraumes, indem man also das Fundament der Maschine so auf den Boden aufstellt, daß es das benachbarte Erdreich nicht berührt. Unter das Fundament wird man elastische Unterlagen aus Kork, Eisenfilz, Gummi, Linoleum, Kies o. dgl. legen. Man bringt wohl auch Schwingungsdämpfer in Form elastischer Federn u. dgl. an.

Kann man die Erschütterungen nicht in unmittelbarer Nähe der Erzeugungsstelle abfangen, so kann man sie wegen der räumlichen Ausbreitung und den mannigfaltigen Schwingungsarten nur sehr mangelhaft bekämpfen.

Ottenstein machte auch Versuche über die Dämpfung von Schwingungen, die beim Umlaufen nicht ausgeglichener Massen entstehen. Er hat für diese Arbeiten besondere Meßvorrichtungen erdacht, auf die aber hier nicht weiter eingegangen werde. Gemessen wurden die Ausschläge einer Betondecke, auf welcher die umlaufende Masse auf einem Sockel aufgestellt war. Zwischen Sockel und Decke wurde die dämpfende Unterlage gelegt; die Verminderung der Deckenschwingungen war ein Maß für die Wirksamkeit der Zwischenlage. Untersucht wurden Platten aus Kork, Kautschuk, Korklinoleum, Eichenfilz, Quetschkies und Gewebebauplatten. Die Anordnung war so getroffen, daß die Fläche, mit welcher der Sockel auf der Zwischenlage auflag, und damit die Flächenpressung verändert werden konnte.

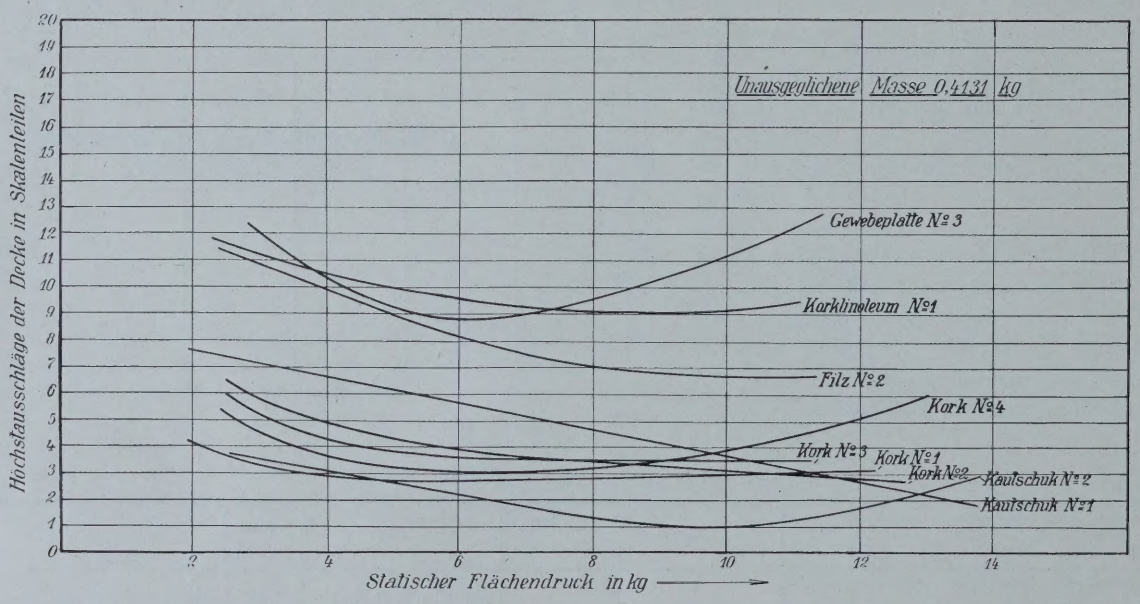


Abb. 61.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

a) Bei gleichem spezifischen Flächendruck wachsen die Schwingungen der Decke mit den nicht ausgeglichenen Massen.

b) Bei gleichen unausgeglichenen Massen nehmen mit zunehmendem Flächendruck die Schwingungen der Decke ab. Übersteigt aber der Flächendruck ein bestimmtes, jeden Stoff kennzeichnendes Maß, so nehmen die Ausschläge wieder zu (Abb. 61).

c) Mit steigender Schichtdicke nimmt die Dampfungsfähigkeit zu.

Am wirksamsten erwiesen sich Platten aus Kork und Kautschuk.

Für die Brauchbarkeit einer Unterlage ist neben seiner Widerstandsfähigkeit gegen chemische und mechanische Einflüsse oft auch die Größe der Schwingungsamplituden des Motors ausschlaggebend. Auch ändern sich mit der Zeit die elastischen Eigenschaften der Unterlagskörper, und damit verändert sich die Dämpfungsfähigkeit. Eigentümlich ist der Einfluß der statischen Flächenpressung, der durch die Veränderung der elastischen Eigenschaften bedingt sein dürfte, die die Pressung hervorruft.

In einem Anhang wird kurz der Rechtsschutz gegen störende Geräusche behandelt.

Man erkennt, daß es nicht schwer ist, allgemeine Anweisungen zu Verminderung der Schallübertragung zu geben, daß aber sofort erhebliche Schwierigkeiten auftreten und sorgfältige Überlegungen notwendig sind, wenn in bestimmten Fällen ein bestimmtes Maß der Schallminderung erreicht werden soll, weil die Schwingungsformen oft sehr verwickelt sind und gelegentlich Resonanzerscheinungen sich störend bemerkbar machen.

Der entwerfende Ingenieur wird daher in erster Linie darauf bedacht sein müssen, die Entstehung von Geräuschen und Stößen zu verhindern oder wenigstens durch geeignete Anordnung der Massen nach Möglichkeit zu vermindern. M. K.

Bücherbericht.

(Besprechung vorbehalten.)
Alle hier erwähnten und besprochenen Schriften sind zu beziehen durch die Buchhandlung R. Oldenbourg, München, Glückstr. 10.

Der Indikator und das Indikatordiagramm. Ein Lehr- und Handbuch für den praktischen Gebrauch. Von Oberingenieur Dipl.-Ing. **W. Wilke,** Dozent an der Technischen Hochschule in Hannover. Leipzig, Verlag von Otto Spamer. Preis geheftet 6 M., gebunden 7,50 M.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, die gegenwärtig gebräuchlichen Indikatorsysteme kritisch zu behandeln im Gegensatz zu den bisher erschienenen Werken, die sich mehr oder weniger nur mit Bauarten einer bestimmten Firma befassen.

Das Buch zerfällt in zwei Hauptteile; im ersten wird die Konstruktion des Indikators und seine Anwendung erledigt, während der zweite Teil eine ausführliche Analyse des Indikatordiagrammes gibt.

Nach einer kurzen Einleitung, die das Indikatordiagramm und einen Überblick der geschichtlichen Entwicklung des Indikators zeigt, werden die Indikatoren normaler Bauart besprochen und zwar hauptsächlich die Konstruktionen von Schäffer & Budenberg — Dreyer, Rosenkranz & Droop — Maihak — Lehmann & Michels in ihren Einzelheiten wie: Indikatorgehäuse, Zylinder, Kolben, Feder, Schreibzeug mit seinen Forderungen und deren Erfüllung durch die verschiedenen Lenkerkonstruktionen, Trommel.

Es schließt sich dann an: die Federeichung in ihren verschiedenen Verfahren nebst den einschlägigen Bestimmungen über Federprüfung.

Das nächste Kapitel bringt den Antrieb der Papiertrommel durch die verschiedenen Hubverminderungen wie: Kurbel-, Hebel- und Rollenhubverminderer, deren Konstruktion und Anwendung an stehenden und liegenden Maschinen durch schematische Zeichnungen erläutert wird, wobei durch Diagramme die mehr oder weniger erreichte Proportionalität zwischen Maschinenkolben- und Trommelbewegung gezeigt ist.

Erfreulicherweise wird in dem folgenden Abschnitt: Handhabung des Indikators und Ausführung von Indizierversuchen auf viele Punkte eingegangen, die von dem Anfänger leicht übersehen werden, aber von größter Wichtigkeit sind und bei Nichtbeachtung leicht einen ganzen Versuch hinfällig machen können; Ordnung und peinlichste Gewissenhaftigkeit sind ja wie bei allen Versuchen so auch bei diesen erste Bedingung. Sodann werden die Fehler dargestellt, die im Diagramm entstehen können durch Störungen im Indikator selbst bzw. durch seine Montage. Den Abschluß des ersten Teiles bilden die Indikatoren besonderer Bauart wie: die planimetrierenden Indikatoren neuester Bauart nach Böttcher und Gümbel, bei denen sich die Auswertung der Diagramme erübrigt, die Indikatoren für Zeit- und Kurbelwegdiagramme, Fernschreibindikatoren, optischer Indikator und Mikroindikatoren.

Der zweite Teil befaßt sich ausführlich mit dem Diagramm, zuerst mit der allerdings nur bei ganz besonderen Versuchen nötig werdenden Umzeichnung des indizierten Diagramms in das tatsächliche Druckdiagramm. Bei der Ermittelung der indizierten Leistung ist die Benutzung des Planimeters eingehend beschrieben. Es schließen sich dann die Kapitel an, in denen die Diagramme der Dampfmaschine, der Verbrennungskraftmaschinen, der Kompressoren und der Pumpe besprochen werden. Hier werden die Einzellinien, wie Füllungs-, Expansionslinie usw., beschrieben, ihre theoretischen Vergleichskurven, besondere Untersuchungsverfahren, wie z. B. die Benutzung der Charakteristik nach Dörfel und schließlich die Ursachen des fehlerhaften Erscheinens der einzelnen Diagrammlinien erläutert und durch eine große Zahl fehlerhafter Diagramme veranschaulicht. Ferner geht der Verfasser noch auf das Rankinisieren der Diagramme ein, die Bestimmung der spezifischen Dampfmenge aus dem Diagramm, die Schieberellipse und das Ventilerhebungsdiagramm.

In ähnlicher Weise sind dann die Diagramme der obenangeführten übrigen Kraft- und Arbeitsmaschinen behandelt.

An den entsprechenden Stellen sind auch die Vorteile gebracht, die die Verwendung von Schwachfederdiagrammen, von versetzten Diagrammen usw. für bestimmte Untersuchungen mit sich bringen.

Das Buch zeigt, daß der Verfasser dem Stoffe mit vieler Liebe und großer Gründlichkeit nachgegangen ist, die ganze Behandlung ist klar und übersichtlich. Es wird vor allen Dingen dem jungen Versuchsingenieur ein wertvoller Wegweiser sein; aber nicht nur der Anfänger, sondern auch derjenige, der sich schon eingehender mit diesen Kapiteln befaßt hat, wird Nützliches dem Buche entnehmen, wobei ein ausführliches Literaturverzeichnis, das den einzelnen Abschnitten beigegeben ist, weiteres eingehenderes Studium ermöglicht.

Die Ausstattung durch den Verlag ist eine sehr gute.

Bender.

Ing. **Heinrich Goldemund,** Stadtbaudirektor, **Das neue Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien.** Vortrag, gehalten in der Vollversammlung des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins am 26. Febr. 1916. Wien und Berlin, Verlag für Fachliteratur, G. m. b. H. Preis 3 Kronen.

Das Heftchen stellt einen Sonderabdruck eines in der »Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins« Heft 21 und 22, 1916, erschienenen Aufsatzes dar, über den in Heft 8, 1916 unserer Zeitschrift S. 88 berichtet worden ist.

Persönliches.

Am 13. Oktober ist Herr **Georg Göttsche,** Altona, im Alter von 38 Jahren gestorben. Er hat seinen Namen durch schriftstellerische Arbeiten sowie durch eine ausgedehnte Tätigkeit als Zivilingenieur bei allen Fachgenossen bekannt gemacht.

Von größter Lebhaftigkeit in Auffassung, Äußerung und Entschluß, ist er überall ein Anreger und Antreiber gewesen. Besonderen Wert für die Allgemeinheit hat diese Eigenschaft in der Kriegszeit gehabt, wo es Göttsche gelang, durch rasches Zugreifen schwere Schäden zu verhüten und große Werte zu erhalten.

Die Deutsche Kälteindustrie verliert in dem Verstorbenen einen wertvollen Mitarbeiter. Der Herausgeber.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente. Anmeldungen.

17a, 2. H. 68060. Akkumulatoren-Fabrik Akt.-Ges. Berlin. Gasdichte Pumpe für Kältemaschinen. 25. 2. 15.

17d, 5. 295274. Otto Bühring, Mannheim M. 6. 15. Rohrboden aus hartem Metall (Flußeisen, Bronze u. dgl.) für Wärmeaustauschapparate mit Durchbrechungen zum Durchstecken der Rohre. 17. 12. 14. B. 78713.

17e, 7. R. 41291. Dr.-Ing. Edmund Roser, Mülheim-Ruhr, Engelbertusstr. 110. Verfahren und Einrichtung zur Wiedergewinnung der beim Betrieb von Anlagen zur Rückkühlung von Flüssigkeiten oder Lösungen freiwerdenden Wärme. 19. 9. 14.

17d, 1. B. 78692. Walter Napoleon Baumann, Düsseldorf-Unrath, Kürtenstr. 108—112. Oberflächenkondensator, bei welchem die mit dem Kühlmittel in Berührung kommenden Innenflächen (Rohre) mit einer Schutzeinlage versehen sind. 15. 12. 14.

17e, 1. M. 59961. Egon Mandl, Trebinje (Bosnien); Vertr.: C. Arndt, Dr.-Ing. Bock, Pat.-Anwälte, Braunschweig. Kaminkühler. 29. 7. 16. Österreich 13. 12. 15.

Zurücknahme von Anmeldungen.

17g. J. 13634. Apparat zur Zerlegung von Gasgemischen, insbesondere atmosphärischer Luft durch Verflüssigung. 27.10.13.

Erteilungen.

17f, 5. 295436. Dr. Ludwig Bergfeld, Durlach, Weingartenstraße 14. Wärmeaustauschvorrichtung. 4. 7. 13. B. 73051.

17a, 10. D. 31375. Dr. Gustav Döderlein, Karlsruhe, Bismarckstr. 61a. Pumpe zur Rückführung der aus der Saugleitung einer Kältemaschine abgeschiedenen Kälteflüssigkeit. 6. 11. 14.

17a, 1. D. 31429. Dr. Gustav Döderlein, Karlsruhe, Bismarckstr. 61a; Vertr.: W. Hildebrandt, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Betriebsverfahren und Einrichtung für Kompressionskältemaschinen. 3. 12. 14.

17b, 3. 294962. Oskar Schmeißer, Charlottenburg, Kaiser-Friedrichstr. 37a. Regelungsvorrichtung für die Wassermenge in Entlüftungseinrichtungen für das Wasser zur Klareisherstellung. 6. 11. 14. Sch. 47924.

17e, 1. 294913. Dr. Fülöp Katona, Budapest; Vertr.: Dr. B. Alexander Katz, Pat.-Anw., Berlin SW. 48. Kanalsystem mit in neben- und übereinander befindlichen Reihen angeordneten, stufenartigen Kanälen zur Kühlung oder Klärung von Flüssigkeiten. 30. 12. 14. K. 60106. Ungarn 3. 1. 1914.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz Ludwigshöhe.
Schriftführer: A. Kaufmann, Oberingenieur. Adr.: Berlin NW 23, Brückenallee 11.
Schatzmeister: E. Brandt, Direktor. Adr.: Berlin NW 5, Rathenower-Str. 53.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig.
Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur G. Cattaneo, Berlin.
Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Direktor A. Lucas, Leipzig A.

Der **Berliner Kälte-Verein** hielt am 18. Oktober seine Oktobersitzung ab. Herr Krause berichtete über das Buch von Dr. Rudolf Ottenstein: »Schutz gegen Schall und Erschütterungen«. — Im Anschluß an die Überweisung des Jahresberichtes der Gärtnerlehranstalt in Dahlem an den B. K. V. wurde die Frage erörtert, ob der B. K. V. eine eigene Bücherei begründen solle und in welcher Weise sie einzurichten sei. Die Notwendigkeit der Einrichtung wurde anerkannt, doch wurde eine Beschlußfassung noch zurückgestellt, da in der Angelegenheit erst mit dem Vorstand des Hauptvereins Fühlung genommen werden sollte.

GEORG GÖTTSCHE †.

Am 13. Oktober ds. Js. verstarb in Altona Herr Ingenieur **Georg Göttsche**, der sich als Herausgeber der Zeitschrift »Die Kälte-Industrie«, sowie als Verfasser des «Kalender für Kälte-Techniker« und des Buches »Die Kältemaschinen und ihre Anlagen« innerhalb und außerhalb der Grenzen unseres Vaterlandes Anerkennung und Wertschätzung erworben hat.

Herr Göttsche gehörte dem Deutschen Kälte-Verein seit seiner Gründung an und wurde auf der letzten Hauptversammlung im Juni ds. Js. in den Vorstand gewählt. Leider ist es ihm nicht vergönnt gewesen, sein Vorstandsamt auszuüben, da ihn wenige Tage nach der Hauptversammlung ein schweres Leiden auf das Krankenlager warf, von dem er sich nicht mehr erheben sollte.

Wir betrauern den allzufrühen Hingang des tatkräftigen Mannes, von dessen Mitarbeit wir uns eine wertvolle Förderung unserer Vereinsarbeiten versprachen, und werden sein Andenken stets in Ehren halten.

Berlin, den 20. Oktober 1916.

Der Vorstand des Deutschen Kälte-Vereins.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW23, Klopstockstr. 9.

ZEITSCHRIFT
FÜR DIE
GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE
ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER
ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE-VEREINS

HERAUSGEBER
DR.-ING. MARTIN KRAUSE
BERLIN NW. 23, KLOPSTOCKSTR. 9

VERLAG VON
R. OLDENBOURG
MÜNCHEN NW. 2 UND BERLIN W. 10

Die ZEITSCHRIFT erscheint in Monatsheften. — Alle Zuschriften, welche den redaktionellen Teil der Zeitschrift angehen, beliebe man zu richten an Dr.-Ing. MARTIN KRAUSE, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 9. Fernspr. Moabit 4262. Alle Zuschriften in Expeditions- und Inserat-Angelegenheiten an die VERLAGSBUCHHANDLUNG R. OLDENBOURG in München, Glückstraße 8.

Die ZEITSCHRIFT kann durch den Buchhandel, die Postämter sowie den Verlag zum Preise von M. 16.— jährlich bezogen werden.

ANZEIGEN für die Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie kosten pro mm Höhe der 4gespaltenen Seite 12 Pfg. Bei Wiederholungen wird entsprechender Rabatt gewährt.

Der Redaktionsausschuß des Deutschen Kälte-Vereins besteht aus folgenden Herren:
Professor Dr.-Ing. **A. Nägel**, Dresden, Techn. Hochschule (für wissenschaftliche Aufsätze).
Professor **Th. Ganzenmüller**, Weihenstephan bei Freising (für technische Aufsätze).
Kgl. Kommissionsrat **A. Krüger**, Charlottenburg 4, Wielandstr. 7 (für wirtschaftliche Aufsätze).
M. Bierotte, Berlin, als Vertreter des Verlages R. Oldenbourg.
Dr.-Ing. **M. Krause**, Berlin, als Redakteur.

23. Jahrgang **München, Dezember 1916** **12. Heft**

INHALT.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte. Kühlhauslagerung von Milchkonserven. Von Otto Schmeida, Direktor der Trockenmilch-Verwertungs-Gesellschaft m. b. H., Berlin. S. 113. — Kriegslehren für die Feuerung der Dampferzeugungsanlagen. Von Ingenieur P. Max Grempe. S. 116.
Zeitschriftenbericht. S. 119.
Bücherbericht. S. 119.
Patentbericht. S. 120
Deutscher Kälte-Verein. S. 120.

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Kühlhauslagerung von Milchkonserven.

Von Otto Schmeida, Direktor der Trockenmilchverwertungs-Gesellschaft m. b. H., Berlin.

Der Nichtfachmann, der bei der Erwähnung von Milchkonserven in der Regel sofort an die bekannte kondensierte Milch denkt, wird sich wahrscheinlich nach dieser Überschrift verwundert fragen, weshalb überhaupt die Aufbewahrung in Kühlhäusern in Erwägung gezogen wird. Er weiß, daß Milchkonserven in gezuckerter und ungezuckerter Form, in luftdicht verschlossenen Dosen verpackt, in den Verkaufsläden oft monatelang jeder Temperatur ausgesetzt sind, ohne zu verderben.

Von diesem Erzeugnis soll hier aber gar nicht die Rede sein. Es bedarf bei flüssigen Milchkonserven vermöge der Haltbarmachung mit Zucker oder infolge Keimabtötung durch Erhitzung und durch luftdichte Dosenverpackung keiner Kühlhauslagerung.

Anders verhält es sich mit einer auch in Deutschland in größerem Maße erzeugten Milchkonserve, der getrockneten Milch. Sie bildet ein weißes oder schwachgelbliches Pulver, das durch Zusatz der gehörigen, ihm durch Trocknung entzogenen Menge Wasser wieder in flüssige Milch zurückverwandelt werden kann.

Frische Vollmilch enthält 11,5 bis 12,5% Trockensubstanz, darunter ungefähr 3% Fett, Magermilch nur 8 bis 9%. Die getrocknete Vollmilch, die nur noch einen Feuchtigkeitsgehalt von 4 bis 5% aufweist, wird also einen Fettgehalt von 24 bis 27% besitzen. Dieser Fettgehalt besonders ist es, welcher der Haltbarkeit der Trockenmilch eine ziemlich enge Grenze zieht.

Aus dem angegebenen Zahlenverhältnis ist ersichtlich, daß der Vollmilch auf dem Wege der Trocknung so viel Wasser entzogen wird, daß nur $^1/_8$ bis über $^1/_9$ ihres ursprünglichen Volumens verbleibt. Daraus ergibt sich einerseits der Vorteil, daß man beim Versand und der Aufbewahrung außerordentlich an Gewicht, Raum und Verpackung spart. Anderseits ist der Übelstand unvermeidlich, daß das Pulver sehr wasserempfindlich ist und leicht Feuchtigkeit aus der Luft annimmt; es wird dann klumpig, schlecht löslich, verliert an Geschmack und der größere Feuchtigkeitsgehalt bereitet den Nährboden für verderbniserregende Bakterien.

Trockenmilch war bisher weiten Kreisen unbekannt; sie fand fast ausschließlich Verwendung in Schokoladen-, Keks- und Nährmittelfabriken, in Krankenhäusern, Heilanstalten und im Backgewerbe. Zur Vermeidung einer erheblichen Verteuerung wird Trokkenmilch in Fässern und Kisten verpackt, nur durch Pergamentpapier vor Berührung mit dem Holz geschützt. Diese Packung bildet natürlich keinen sicheren Luftabschluß. Hin und wieder findet man auch in Läden von unerfahrenen Händlern hergestellte Dütenpackungen, welche die empfindliche Ware nicht zu schützen vermögen und sie oft beim Publikum — schon halbverdorben verkauft — in schlechtes Ansehen

bringen. Man kann nun einwenden, daß die Verpackung in Blechdosen, wie bei sterilisierter und kondensierter Milch wenn auch teuer, so doch besser sei. Das ist aber nur in geringem Maße der Fall, weil Trokkenmilch nicht wie diese durch Zucker oder Erhitzung haltbar gemacht werden kann. Ersterer konserviert nur in gelöstem Zustande, trockene Hitze aber bewirkt eine Röstung der Trockenmilch bzw. des in ihr enthaltenen großen Prozentsatzes an Milchzucker. Hierzu kommt der sich jetzt geltend machende große Mangel an Blechen für Dosen, sowohl Weiß- als auch Schwarzblech. Anderseits soll die Trockenmilch auch ein wirklich wohlfeiles, durch Packung nicht zu sehr verteuertes Volksnahrungsmittel bilden.

Die vorstehenden Ausführungen sollen zum Verständnis des Folgenden dienen.

Es ist nachgerade allgemein bekannt, daß nicht nur Frischmilch knapp ist, sondern auch Milchkonserven jeder Art, daß insbesondere auch die Erzeugung kondensierter Milch, sowohl im Inlande, wie auch in den neutralen Ländern durch Weißblech- und Zuckermangel gelitten hat und demzufolge erheblich eingeschränkt werden mußte.

Es ergab sich mithin von selbst die Notwendigkeit, zum Ausgleich des Mangels Trockenmilch heranzuschaffen, die weder des einen noch des anderen zur Herstellung und Verpackung bedarf.

Damit gewann aber die Frage einer zweckmäßigen Aufbewahrung ausschlaggebende Wichtigkeit.

Was nützt es, wenn im Sommer — nur in den Weidemonaten sind infolge des reicheren Milcherträgnisses große Mengen erhältlich — Trockenmilch angeschafft wird, wenn nicht die Gewähr gegeben ist, sie dann auch später in tadelloser, genußfähiger Beschaffenheit vorzufinden.

Gerade durch unsachgemäße Aufbewahrung sind in der Kriegszeit viele Lebensmittel verdorben, die uns in der jetzigen Zeit des Mangels große Dienste geleistet hätten.

Der zweckmäßigen Lagerung gebührt also im Interesse der Versorgung unserer Bevölkerung mit einem der gehaltreichsten Nahrungsmittel die größte Aufmerksamkeit. In Deutschland wird zwar nur noch Magermilch konserviert, weil der Rahm der Butterbereitung dienen muß, aber das neutrale Ausland erzeugt noch sehr große Mengen getrockneter Vollmilch, diese aber, soweit sie von Unternehmungen stammt, die zum Teil erst im Kriege gegründet wurden und die nur wenig Erfahrung besitzen, reichen in Güte und Haltbarkeit nicht an Erzeugnisse deutscher oder guter ausländischer Fabrikanten heran, so daß bei Lagerung solcher Ware besondere Vorsicht walten muß.

Damit werden auch die Vorschläge solcher Leute gerichtet, die in Zeiten des Butter- und Käsemangels am liebsten alles zu Butter und Käse machen möchten, ohne daran zu denken, daß man Kindern, Kranken und Schwachen nicht Käse statt Milch geben kann. Wir haben doch auch Gegenden, z. B. die Industriegebiete, wo trotz bester Organisation in der Verteilung von Frischmilch und Bevorzugung der Bedürftigen die Milch selbst für dringenden Bedarf oft fehlt.

Dann soll die konservierte, besonders die Trockenmilch eintreten, und damit sie diesen Zweck erfüllt, ist eben eine gute Aufbewahrung erforderlich, die Verderb oder Beeinflussung der Güte verhindert.

Milchkonserven müssen wir aber unbedingt in größeren Mengen haben, denn die milcharme Zeit naht und man braucht kein Pessimist zu sein, wenn man überzeugt ist, daß der Mangel an Frischmilch dieses Mal ganz besonders groß ist.

Hinsichtlich der Lagerfähigkeit von getrockneter Milch in gewöhnlichen Räumen lagen Erfahrungen bereits seit vielen Jahren vor; sie ergaben, daß getrocknete Vollmilch immerhin nach einigen Monaten an Güte erheblich verliert. (Magermilch ist infolge ihrer Fettarmut weniger empfindlich.) Insbesondere wurde sie verhältnismäßig leicht ranzig. Am besten bewährten sich noch kühle, geruchfreie Räume, während die Lagerung in Kellern, Schuppen mit Oberlicht und nicht geruchfreien Lagerhäusern verderblich wirkte. Auch gegen Licht ist Trockenmilch sehr empfindlich, indem sie in selbst nur kurze Zeit geöffneten Behältern durch Einwirkung des Sonnenlichtes zersetzt und entfärbt wird. Man hat deshalb in Räumen, wo Trockenmilch für irgendwelche Zwecke zur Verarbeitung gelangt, zweckmäßig das Licht abgeblendet.

Es lag nahe, nachdem man die viel empfindlichere Butter und andere Fette, sowie Fleisch usw. mit Erfolg durch Anwendung niedriger Temperaturen lange frisch erhalten konnte, auch bei der fettreichen Trockenmilch dieses Verfahren anzuwenden.

Bedenklich erschien nur die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit. Indessen hat sich gezeigt, daß der in modernen Kühlhäusern bei reiner Luftkühlung vorhandene Grad von 60 bis 75% bei $+2^{0}$ C keinen nennenswert nachteiligen Einfluß auf die Beschaffenheit der Trockenmilch ausübt.

Ein Gehalt von 93/95%, wie ich ihn in einem vereinzelten Falle antraf, wo die Kühlung durch an der Decke befindliche Röhren erfolgte, sollte aber unbedingt vermieden werden.

Wenn auch bei einer Temperatur von -2^{0} bis $+2^{0}$ im Kühlhause sich keine größeren Veränderungen bei der Trockenmilch zeigen werden, so steht doch fest, daß nach stärkerer Erwärmung während des Versandes oder bei der später unvermeidbaren Aufbewahrung das Verderben um so schneller erfolgt.

An sich wird nach der Entnahme aus den Kühlräumen die Ware weniger widerstandsfähig sein, wie im frischen Zustande, also bevor sie ins Kühlhaus gelangt.

Hinsichtlich der Lagertemperatur ist zu empfehlen, diese nicht zu niedrig zu halten. -4 oder -5^{0} C sind weder notwendig, noch zweckmäßig, ± 0 bis 2^{0} C

genügen. Je kleiner der Unterschied zwischen der Kühlhaus- und der Außentemperatur in der Zeit des Versandes oder der Aufbewahrung ist, um so besser wird sich die Trokkenmilch auch später noch halten.

Eine Temperatur von über + 1° C ist bei Kühlung durch Röhren wegen der Gefahr zu hoher Feuchtigkeit zu vermeiden. Bei reiner Luftkühlung und entsprechender Trockenheit der Luft sind selbst + 4° C noch nicht schädlich. Man wird daher mit Vorteil reine Luftkühlung anwenden, bei der man die Höhe des Feuchtigkeitsgehaltes beliebig einstellen kann und wird Innenkühlung durch Solerohre vermeiden.

Praktische Versuche sind vor dem Kriege nur in zählbaren Fällen gemacht worden. Um so größere Beachtung muß man jetzt der Sache schenken, weil die großen Reichsreserven, welche für die Versorgung der Bevölkerung bestimmt sind, erst im Laufe des Herbstes oder Winters in den Verkehr kommen. Die Aufbewahrung der Trockenmilch ist deshalb in großem Maßstabe durchgeführt und hat sich bis jetzt, in einer Zeit von vier Monaten, bewährt. Sie ist im Geschmack und ihrem sonstigen Verhalten in gleicher Güte wie bei der Einlagerung vorhanden.

Diese Versuche gestatten schon ein ziemlich abschließendes Urteil, weil die ersten Monate erfahrungsgemäß die kritischen sind.

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß es äußerst wichtig ist, Kühlräume, in denen vorher andere Lebensmittel gelagert haben, gründlich zu reinigen. Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, die Kühlräume mit einprozentiger Formaldehydlösung zu waschen, wobei eine gründliche Desinfektion erzielt wird. Natürlich müssen die Räume wieder gut trocknen, bevor die Trockenmilch eingelagert wird.

Die Mengen, die jetzt in Kühlhäusern lagern, konnte ich feststellen. Von einer ziffernmäßigen Angabe des übrigens recht beachtenswerten Gesamtbestandes soll hier abgesehen werden. Wesentlich größere Mengen befinden sich in Form von Magermilchpulver in gewöhnlichen Lagerhäusern, bei denen aber auch auf geruchfreie, kühle Beschaffenheit der Räume Wert gelegt wurde. Für Magermilchpulver genügt diese Art der Lagerung, weil es fast gar kein Fett enthält, so daß das Pulver nicht ranzig, sondern allenfalls etwas käsig werden könnte. Selbst der letztere Übelstand wird selten eintreten, wenn es sich um bestes Erzeugnis handelt. Die Kühlhauslagerung wäre auch für Magermilch natürlich zweckmäßiger, doch verbietet sie sich zum Teil durch die verhältnismäßig hohen Unkosten, die man für das viel wertvollere Vollmilchpulver, aber nicht für Magermilch anlegen kann.

Bei den Reserven, die jetzt ausschließlich der Zentral-Einkaufsgesellschaft gehören, wird auch die Zeit der Auslagerung denkbar günstig liegen. Die milcharmen Monate beginnen mit Oktober und in dieser kälteren Jahreszeit, in welcher der Übergang von der Kühlhaus- zur Außentemperatur nicht zu groß ist, werden ernste Gefahren für die Haltbarkeit nicht entstehen. Das ist um so weniger zu besorgen, als bei dem Mangel an Milch ein flotter Absatz gewährleistet ist.

Voraussetzung ist natürlich, daß die Vollmilch von vornherein in bester Beschaffenheit eingelagert wird. Abfallende Ware kann auch durch das beste Kühlhaus nicht gut gemacht werden.

In meiner Eigenschaft als Sachverständiger der Z.E.G. habe ich deshalb stets empfohlen, solche Trokkenmilch, die nicht der schärfsten Prüfung standhält, sofort in den Verkehr zu bringen. Was nutzen sonst letzten Endes die größten Reserven, wenn sie nicht den gedachten Zwecken in Zeiten der Not zugeführt werden können.

Die Milchkonserven werden unseren Kindern, Kranken, Verwundeten und Stärkungsbedürftigen größte Dienste leisten. Ist doch Trockenmilch eines der nährwertreichsten und zugleich verhältnismäßig billigsten Lebensmittel und geeignet, den Verbrauch solcher sog. »Nähr- und Nervenpräparate« einzuschränken, die oft zu Phantasiepreisen verkauft werden, trotzdem sie zum großen Teil nur getrocknete Magermilch enthalten.

Die Erfahrungen, die jetzt mit der Kühlhauslagerung gemacht werden, dürften auch im Frieden nutzbringend zu verwerten sein, denn die Eigenart des Artikels bringt es mit sich, daß er in der Hauptsache in den milchreichsten Monaten erzeugt wird, wo naturgemäß das geringste Interesse für Milchkonserven besteht. Man kann dann für die milcharmen Monate, wo der Absatz flotter ist, die Überproduktion aufstapeln.

Wo es notwendig ist, z. B. in Lazaretten, Krankenhäusern, Genesungsheimen, Zentralküchen usw., sofort greifbare Vorräte in Trockenmilch zu halten und Eisschränke und Eis entweder nicht zur Genüge vorhanden sind oder für andere Zwecke gebraucht werden, wird sich vielleicht die Anschaffung kleinerer Kältemaschinen empfehlen, die elektrisch betrieben werden und nur geringen Kraftbedarf haben. Als sehr geeignet habe ich die kleinen, von der »Elektrofigor-Kältemaschinen-Gesellschaft, Berlin-Wilmersdorf«, in den Handel gebrachten Maschinen[1]) befunden, die verhältnismäßig billig sind. Den Schrank kann man sich selbst aus Brettern und Isoliermaterial bauen lassen. Der Kühlkörper ist dann neben dem Lagerfach anzuordnen, so daß also ein kleiner Luftkühlerraum entsteht, aus dem die kalte und trockene Luft entnommen und in das Vorratsfach eingeblasen wird.

Derartige Kühlschränke werden sich in der warmen Zeit als sehr nützlich erweisen. Für große Mengen wird nach wie vor die Benutzung eines Kühlhauses angebracht sein.

[1]) Die Maschinen sind in dieser Zeitschrift, Heft 1, Jahrgang 1916, beschrieben.

Kriegslehren für die Feuerung der Dampferzeugungsanlagen.

Von Ingenieur P. Max Grempe.

Die Kriegszeiten bringen es mit sich, daß der Wartung und Beaufsichtigung von Dampferzeugungsanlagen aus verschiedenen Gründen besondere Sorgfalt zuteil werden muß. An vielen Stellen hat das mit der Heizung betraute Personal nicht das aus Friedenszeiten gewöhnte Feuerungsmaterial zur Verfügung. Die Verhältnisse brachten es eben mit sich, daß man sich auch hinsichtlich der Kohlenversorgung anpassen mußte. Englische Kohle, die bekanntlich früher weiten Absatz fand, ist jetzt natürlich vollständig vom Markt verschwunden. Das Heizpersonal muß sich daher oft wegen der Verschiebung der Absatzverhältnisse der Brennmaterialien an die Eigenheit anderer Feuerungsmittel gewöhnen. Handelt es sich dabei nur darum, daß man z. B. Steinkohlen anderer Herkunft verfeuern muß, so sind ja die Anforderungen hinsichtlich der Anpassungsfähigkeit gering. Höhere Anforderungen werden schon gestellt werden müssen, wenn man zu Steinkohlen einen Kokszusatz verfeuern will, wenn man Braunkohlen mit Koks zu verfeuern beabsichtigt, wenn man zur vollen Braunkohlenfeuerung übergehen will oder wenn man aus verständlichen Sparsamkeitsgründen Koksgrus zu verwerten trachtet. Der Koksverfeuerung wendet man bekanntlich auch darum besondere Aufmerksamkeit zu, weil wir dadurch eine erhöhte Benzolerzeugung wirtschaftlich sicherstellen, die sich aus zahlreichen Gründen wegen des Benzinmangels in der Kriegszeit nötig macht. Da anderseits auch die Brennmaterialien im Preise gestiegen sind, so ist es erklärlich, daß man selbst dem Koksgrus Beachtung schenkt, weil dieser im trockenen Zustande wenigstens 5500 WE hat. Allerdings muß man bei seiner Verfeuerung die Stabroste umändern, weil sonst dieses kleine Koksmaterial durch die Zwischenräume größtenteils ungenügend verbrannt hindurchfallen würde. Außerdem würde beim gewöhnlichen Rost der Koksabfall auch eine schlechte Heizwirkung wegen der überflüssigen Luftzufuhr abgeben. Koksgrus kann erfolgreich auf ganz eng zusammengerückten Roststäben oder auf Sonderrosten verfeuert werden. Die Öffnungen im Rost, seien es nun runde Löcher oder enge Schlitze, werden dabei zweckmäßigerweise nach unten zu erweiterte Form aufweisen, damit sie sich nicht verstopfen. Nur in den Fällen, in denen nachweislich der Schornsteinzug für diese Feuerungsart nicht genügt, muß der Grus mit Gebläseluft verbrannt werden. Da dieses Brennmaterial bisher wenig Beachtung fand, so ist es in vielen Gegenden verhältnismäßig billig zu haben und ermöglicht dann eine erhebliche Herabsenkung der Unkosten für die Dampferzeugung usw.

Für die Bedienung von Feuerungsanlagen in Kriegszeiten kommt in Betracht, daß auch ein Teil des Heiz- und Aufsichtspersonals durch die Mobilmachung zu den Fahnen einberufen ist. Daher muß man an zahlreichen Orten an Stelle des auf reiche Betriebserfahrungen zurückblickenden Bedienungspersonals mit weniger geübten Kräften auskommen.

Bei dieser Sachlage verdienen nun gewisse Erfahrungen besondere Beachtung, weil man aus ihrer Kenntnis heraus Betriebsunfälle und -störungen vermeiden kann. Werden z. B. aus Explosionen an Dampferzeugungsanlagen und ähnlichen Vorkommnissen die richtigen Lehren gezogen, so können die Nutzanwendungen für die Erlangung höherer Betriebssicherheit und für die Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Anlage recht erheblich sein.

Darüber hinaus haben naturgemäß derartige Lehren auch darum besonderen Wert, weil sie zur Verhütung von Materialbeschädigungen und von Menschenverlusten beitragen. Da man sich erfahrungsgemäß bei den jeweils in Betracht kommenden Gefahren leicht vorgekommener und besprochener Unfälle erinnert, so prägen sich natürlich die daraus gezogenen Lehren dem Gedächtnis besonders eindringlich ein. Infolgedessen erinnert man sich auch im Augenblick der Gefahr meist schnell der nötigen Maßnahmen. Unter diesem Gesichtswinkel fachmännischer Betrachtung gewinnen mithin die Lehren aus Unfällen bei Dampferzeugungsanlagen für alle Betriebe, für welche Dampf eine mehr oder minder große Rolle spielt, erhebliche Bedeutung.

Erklärlicherweise ist die Feststellung der Ursachen von Unglücksfällen auch im Dampfbetriebe nicht immer leicht. Aber dann, wenn die Erklärung für vorgekommene Explosionen nicht offen zutage liegt, sind eingehende Untersuchungen und Erörterungen besonders angebracht, weil sonst Unfälle gleicher oder ähnlicher Art nur zu leicht erneut Beunruhigungen hervorrufen können.

Ein besonders interessantes Kapitel aus dem in Rede stehenden Gebiet sind nun die Gasexplosionen in den Feuerzügen der Dampfkesselanlagen. Ein derartiger Vorgang ereignete sich z. B. an einem Walzenkessel mit Treppenrost. Auf diesem wurden gasreiche böhmische Steinkohlen verbrannt. Allerdings ging der Heizer hierbei durchaus nicht sachgemäß vor. Der Mann pflegte nämlich den Brennstoff in großen Mengen auf die niedergebrannte Schicht aufzuschütten. Eines Tages, kurz nachdem der Rost in dieser durchaus verkehrten Weise beschickt worden war, erfolgte eine Explosion. Durch diese wurde der untere Teil des Feuergehäuses fortgeschleudert, das hintere Kesselmauerwerk zerstört und die Seitenwände wurden auseinandergerissen.

Diese Explosion findet in der bereits gekennzeichneten falschen Bedienung ihre ausreichende Erklärung.

Nicht minder interessant verlief eine Explosion an einem Batteriekessel mit Ten-Brink-Feuerung. Der Dampfkessel war eben eingemauert worden und sollte angeheizt werden. Hierzu wurde auf dem Rost ein Holzfeuer angezündet. Auf dieses gab man sehr trockene Braun-Nußkohle, bis der Brennstoff an die mit einem Trichter versehene Füllöffnung hinaufreichte. Der

Kaminschieber war völlig offen. Gleich nachdem die Kohle aufgegeben war, beobachtete der Betriebsleiter, daß der Zug ständig geringer wurde. Es trat auch etwas Rauch aus dem Roste heraus. Plötzlich wurden die auf dem Rost liegenden Kohlen und die gußeisernen Deckel der Einfahrtsöffnung unter einem dumpfen Knall herausgeschleudert. Die hintere Stirnwand des Kesselmauerwerks wurde bis auf einen kleinen Teil herausgeworfen. Die durch fünf Ankerschienen geteilte rechtsseitige Längswand wurde in den letzten drei Feldern nach außen gedrückt. Hierdurch stürzte ein Teil der Kesseldecke ein, während der übrige Teil auf der rechten Seite Risse und Fugen zeigte. Die linksseitige Längswand, die vordere Stirnwand und die Kammerwände blieben, abgesehen von einigen Rissen, unbeschädigt.

Das Kesselmauerwerk wurde alsbald wieder hergestellt. Jetzt wurde unter den gleichen Verhältnissen ein neuer Anheizversuch durchgeführt. Aber schon nach anderthalb Tagen wurde man wieder durch ein Gasexplosion gestört. Diese war allerdings weniger heftig als die erste. Nur die hintere Stirnwand wurde hinausgeworfen und die rechtsseitige Längswand im zweit- und drittletzten Felde herausgebogen. Bei der Untersuchung ergab sich dann noch, daß der rechtsseitige Teil der Kesseldecke mehrere Risse davongetragen hatte.

Der Lieferant des Kessels glaubte nun, die Ursache dieser Betriebsstörungen auf mangelhaften Zug zurückführen zu müssen. Es wurde daher an Stelle der alten Esse von 22 m Höhe und 0,50 m Durchmesser ein um 13 m höherer Schornstein von 0,75 m Durchmesser erbaut. Diese Änderungen nahm man vor, obwohl die angestellten Zugmessungen einen Druck von über 11 mm Wassersäule beim alten Schornstein ergeben hatten.

Leider aber blieb der erhoffte Erfolg aus. Wenige Tage, nachdem nunmehr der Betrieb wieder aufgenommen worden war, erfolgte eine dritte Explosion. Diese war heftiger als die vorangegangenen. Immerhin stand nunmehr fest, daß die Ursache dieser lästigen Störungen nicht in den Zugverhältnissen der Feuerung begründet sein konnte.

Eingehende Untersuchungen zeigten schließlich, daß die Neigung des Rostes, die etwa 48° betrug, für den verwendeten Brennstoff zu steil war. Daher glitt die Kohle unverbrannt hinunter und bedeckte so das Feuer. Auf diesem Wege wurde mithin ein ähnlicher Zustand herbeigeführt, wie er in dem zuerst mitgeteilten Falle durch das unzweckmäßige Verhalten des Heizers hervorgerufen worden war.

Auf Grund der so gewonnen Erkenntnis baute man jetzt einen neuen Rost ein, dessen Neigung dem Böschungswinkel der Kohle entsprach. Mit diesem Rost arbeitete von nun an die Feuerung zur vollen Zufriedenheit. Weitere Explosionen erörterter Art waren nicht mehr zu beklagen.

Über die Mittel zur Verhütung derartiger Explosionen und Betriebsstörungen haben besonders die Dampfkessel-Revisionsvereine reichhaltiges Material gesammelt. Danach muß zunächst auf die Regel aufmerksam gemacht werden: Die Kesselfeuerung darf nicht in einen Gasgenerator verwandelt werden. Die Feuerungseinrichtung muß dem zu verwendenden Brennstoff angepaßt werden. Ganz besonders aber hat der Kesselwärter darauf zu achten, daß bei der Beschickung des Rostes die ganze Brennschicht gleichmäßig mit Brennstoff bedeckt wird. Dieses darf aber wiederum nur so hoch bewirkt werden, daß die Flamme noch leicht durchbrechen und die sich entwickelnden Gase entzünden kann.

Die Höhe der Beschickung selbst richtet sich nach der Art des Brennmaterials. Grobstückige Brennstoffe, in denen die Flamme bequem aufsteigen kann und bereits entgaste Brennmaterialien, wie Koks (aber nicht Koksgrus!), können höher geschichtet werden als feine und gasreiche Brennmittel. Diese verlegen nämlich der Flamme leicht den Weg, da sie sich infolge ihrer Beschaffenheit dicht zusammenschichten.

Der Kaminschieber ist unmittelbar nach jeder Beschickung weit zu öffnen, bis der frisch aufgegebene Brennstoff genügend angebrannt ist. Abends darf das Feuer nicht abgedeckt werden. Erst nach dem Erlöschen des Feuers darf der Kaminschieber geschlossen werden.

Es versteht sich eigentlich von selbst, daß während des Betriebes das Feuer jeder Dampferzeugungsanlage unter Aufsicht bleiben muß. Namentlich nach dem Aufgeben von neuem Brennmaterial ist ein fleißiges Beobachten des Feuers im Interesse größtmöglicher Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit dringend nötig. Alle diejenigen, welche die Wartung von Dampfkesseln übernehmen, müssen daher schon aus allgemeinen Sicherheitsgründen Wert darauf legen, daß sie sich auch wirklich ihrer Tätigkeit genügend widmen können. Daher ist die leider gelegentlich zu beobachtende Überlastung des Bedienungspersonals mit sog. »Nebenarbeiten« durchaus zu verurteilen. Wird ein Kesselwärter usw. veranlaßt, neben seiner Bedienung der Dampferzeugungsanlage noch Arbeiten außerhalb des Kesselhauses zu verrichten, so werden dadurch große Gefahren heraufbeschworen. Tatsächlich ist leider zu beobachten, daß mitunter dem Kesselheizer neben seiner verantwortlichen Berufstätigkeit noch Arbeiten übertragen werden, die ihn nicht selten längere Zeit entfernt vom Kesselhause beschäftigen. Ganz abgesehen davon, daß hierunter meist die Wirtschaftlichkeit des Betriebes leiden wird, so ist der wichtigere Gesichtspunkt der, daß dadurch naturgemäß Explosionen geradezu heraufbeschworen werden. Wenn auch derartige Nebenbeschäftigungen in wirklich gut geleiteten Betrieben nicht zu beklagen sind, so kommen sie doch — wie jeder Kenner der Verhältnisse zugeben muß — leider noch genügend oft vor, um hier erwähnt zu werden. Es sei daher auch auf den strafrechtlichen Gesichtspunkt aufmerksam gemacht, daß bei verhängnisvollen Unglücken dieser Art sowohl das Be-

dienungspersonal (Heizer, Maschinist usw.), als auch der Betriebsingenieur oder Arbeitgeber schwer bestraft werden können. Abgesehen von den Materialschäden kommen ja bei Unfällen an Dampfkesseln häufig Verletzungen an Menschen vor, wenn nicht gar Todesfälle zu beklagen sind. Es sollte mithin die Gefahr der Anklage wegen fahrlässiger Körperverletzung oder Tötung für alle Interessenten eine eindringliche Warnung abgeben.

Weitere wichtige Verhaltungsmaßregeln zur Verhütung von Gasexplosionen an Feuerungsanlagen seien noch kurz erwähnt: vermutet man, daß sich bereits explosible Gasgemische in den Feuerzügen gebildet haben, so soll man die Feuer- und Aschentüren, sowie den Schornsteinschieber weit öffnen und möglichst viel Luft in die Feuerzüge eintreten lassen. Man entfernt so die gefährlichen Gasgemische aus den Feuerzügen oder man ändert dadurch die Zusammensetzung und erniedrigt ihre Temperatur.

Hat man es mit Kesseln mit sog. toten Winkeln zu tun, in denen sich Heizgase ansammeln und der Wirkung des Schornsteinzuges entzogen werden, so muß man durch geeignete Öffnungen zu ermöglichen suchen, daß Abzug nach der Esse geschaffen wird. Um die Wirkung einer bereits eingetretenen Gasexplosion abzuschwächen, bringt man am besten zur Vorbeugung an verschiedenen Stellen der Einmauerung in den Feuerzügen Sicherheitsklappen an. Diese müssen so beschaffen sein, daß sie sich schon bei geringem Überdruck der Gase in den Feuerzügen nach außen öffnen können.

Schließlich sei noch auf eine lehrreiche Beobachtung eingegangen, die infolge der regelmäßigen Untersuchung der Dampfkesselanlage zur Abhilfe und damit zur Vermeidung von Unfällen führte, ehe überhaupt noch eine Explosion aufgetreten war. Hier handelte es sich nicht um die Möglichkeit von Gasexplosionen, als vielmehr um die Verhütung von Kesselbeschädigungen. Diese und damit die Beseitigung der drohenden Folgen wurde durch eine Verbesserung der Einmauerung erreicht.

In einer größeren Batterie von Steinmüllerkesseln fanden sich nämlich mehrere, bei denen die beiden unteren Rohrreihen durch einen größeren Zwischenraum von dem darüber liegenden geschlossenen Rohrbündel getrennt waren. Eine Trennungsschicht aus feuerfesten Steinen befand sich je über den beiden alleruntersten Rohrreihen und über den unteren Rohrreihen in dem geschlossenen Rohrbündel. Die untere Abdeckung ließ hinten, die obere dagegen vorn den nötigen Raum für die aufsteigenden Heizgase. Die von dem Kettenrost emporsteigenden Heizgase waren also gezwungen, bei ihrem Durchstreichen nach hinten lediglich die beiden untersten Rohrreihen zu umspülen und danach durch Rückkehr in den Zwischenraum scharf auf die vordere Wasserkammer zu stoßen. Diese Rohrwand der vorderen Wasserkammer zeigte nun bei einer Untersuchung auf der Wasserseite bedenkliche Anfressungen, die aller Vermutung nach durch Absetzen von Öl entstanden waren. Gegen diese Annahme wurde geltend gemacht, daß zur Kesselspeisung lediglich das Kondensat aus der Oberflächenkondensation der Dampfturbinen genommen wurde. Von diesem Speisewasser nahm man aber an, daß es kein Öl enthielt.

Die nähere Untersuchung brachte jedoch zur allgemeinen Überraschung eine ganz anderes Ergebnis. Es wurde nämlich festgestellt, daß das Öl durch die Luftpumpe in das Kesselwasser gelangt war. Die Luftpumpe war eine stehende Taucherkolbenpumpe. Der zum Antrieb dieser Pumpe dienende Kurbelzapfen erhielt reichliche Schmierung. Die Folge war, daß die Stopfbüchse von einem Ölsumpf umgeben war. Da weiter die Stopfbüchse nicht genügend schloß, so wurde auch Öl mit angesaugt und mit dem Wasser in den Kessel gedrückt.

Es wurde von technischer Seite bestritten, daß dieses Öl die Rosterscheinungen hervorgerufen haben könne, weil es sich um bestes Zylinderöl handelte. Es wurde geltend gemacht, dieses könne sich bei der im Kessel in Frage kommenden Wassertemperatur von höchstens 190° C nicht zersetzen und daher auch nicht die Kesselwandungen angreifen. Die Untersuchung zeigte aber, daß die Rohrwand von den ersten Heizgasen getroffen wurde. Unter dem isolierenden Ölbelag mußte daher eine starke Überhitzung der Rohrwand eintreten. Unter diesen Umständen läßt sich eine Zersetzung des Öls nicht von der Hand weisen. Damit aber waren die Voraussetzungen für die Bildung von Fettsäure und damit wiederum auch die Erklärung für die Beschädigung des Kesselmaterials gegeben.

Im Interesse der Verhütung weiterer Anfressungen wurde — unter der Voraussetzung der Richtigkeit der eben dargelegten Ansicht — die Rohrwand durch eine Schicht feuerfester Steine gegen die direkte Einwirkung der Heizgase geschützt. Da der beabsichtigte Erfolg auch wirklich eintrat, so muß diese Beweisführung als geglückt gelten.

Sicherlich ist die Kenntnis derartiger Unfälle und Vorbeugungsmaßregeln jedem, der mit Dampferzeugungsanlagen zu tun hat, von großem Nutzen. Besonders zweckmäßig ist die Erörterung derartig technischer Fragen, weil durch den lebendigen Austausch der Meinungen die Nutzanwendungen am ehesten und besten im Gedächtnis haften bleiben. Die Verhütung von Explosionen im Betriebe ist in Kriegszeiten zudem besonders wichtig, weil jetzt Beschädigungen mehr denn je störend wirken. Die Kessellieferanten und ihr Personal sind zurzeit so stark beschäftigt, daß Reparaturen nicht so schnell wie in Friedenszeiten Erledigung finden können. Daher ist die planmäßige Ausschaltung aller Störungsmöglichkeiten eine doppelt wichtige Aufgabe in jedem wirtschaftlich geleiteten Dampfbetriebe.

Zeitschriftenbericht.

Kältemaschinen.

A 300 tons high speed NH_3 Compressor. Ice and Refrigeration **51**, Heft 2.

Im Kühlhaus der Cudahy Packing Co., Kansas City, Kansas, ist eine Kältemaschine mit einer Leistung von 300 t = 900000 Kal./Std. aufgestellt worden, deren Kompressor 150 Umdr. i. d. Min. macht. Er hat 21″ Durchm. und 21″ Hub, ist stehender Anordnung und einfachwirkend. Der Kondensatordruck beträgt 180 lbs = ∾ 13 Atm. und die Saugspannung 15 lbs = 1,1 Atm. Der Kompressor wird durch einen Wechselstrommotor angetrieben und soll sich durch geräuschlosen Gang auszeichnen.

Kälteverwendung.

Getreidelagerung. Rich. Stetefeld. Eis- und Kälte-Industrie, Wittenberg, **18**, Heft 10, S. 97, Heft 11, S. 106.

Es wird der Vorschlag gemacht, feuchtes Getreide durch gekühlte und nachgewärmte Luft zu trocknen, und es werden die dabei entstehenden Kosten nachgerechnet. Dabei ergeben sich die Trocknungskosten bei einer Siloanlage von 6000 t auf 5,50 M. pro Tonne für einmalige Füllung des Silos im Jahr. Vorausgesetzt wird, daß das Getreide mit 18% Feuchtigkeit eingebracht und auf 14% getrocknet und gehalten werden soll.

Wirtschaftliche Aufgaben der Kälteindustrie nach dem Kriege. A. Krüger. Der Butter- und Fettwarenverkehr **31**, Nr. 92 vom 18. Nov. 1916.

Der Verfasser bespricht die Bedeutung der Kühlhäuser für unser Wirtschaftsleben im Kriege und im Frieden und vertritt die Meinung, daß die Zahl der Kühlhäuser mit Rücksicht auf die notwendig werdende Einfuhr von Gefrierfleisch bedeutend vergrößert werden sollte.

Verflüssigung von Luft.

Flüssige Luft als Sprengstoff, ihre Erzeugung und Verwendung. H. Diederichs. Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase, sowie für die Preßluft-Industrie **18**, Heft 7.

Nach einigen geschichtlichen Ausführungen wird das Schema einer Lindeschen Luftverflüssigungsanlage beschrieben. (Forts. folgt.)

Bücherbericht.

(Besprechung vorbehalten.)

Alle hier erwähnten und besprochenen Schriften sind zu beziehen durch die Buchhandlung R. Oldenbourg, München, Glückstr. 10.

E. Hausbrand, Die Wirkungsweise der Rektifizier- und Destillierapparate. 3. Auflage. Verlag von Julius Springer, Berlin. Preis gebunden 10 M.

Das Buch des rühmlichst bekannten Verfassers gliedert sich in drei Teile.

Im ersten werden die allgemeinen hier in Frage kommenden Gesichtspunkte angegeben und die grundlegenden Gleichungen aufgestellt.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit den in der Praxis am häufigsten vorkommenden Gemischen: Äthylalkohol und Wasser, Methylalkohol und Wasser, Azeton und Wasser, Azeton und Methylalkohol, Essigsäure und Wasser, Ameisensäure und Wasser, Ammoniak und Wasser, Stickstoff und Sauerstoff. Hier sind die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Stoffe ausführlich angegeben und diejenigen der Gemische in zahlreichen, sorgfältigst ausgeführten Tafeln dargestellt. Mit besonderer Ausführlichkeit ist seiner wirtschaftlichen Bedeutung wegen das Gemisch Äthylalkohol und Wasser behandelt. Die Wirkungsweise der einzelnen Apparate und verschiedenen Arbeitsmöglichkeiten werden durch Zahlenbeispiele dargetan und erläutert.

Der dritte Teil enthält umfangreichen, für die Praxis überaus wichtigen Zahlenstoff.

Die Darstellung der verwickelten Vorgänge ist überaus klar und wird durch die übersichtliche und folgerichtige Bezeichnungsweise sehr unterstützt. Die Tatsache, daß nur einfache und leicht zu durchschauende mathematische Entwicklungen gebracht werden, wird von den meisten Benutzern als recht angenehm empfunden werden.

Die Industrie wird dem Verfasser für seine sorgfältige und wertvolle Arbeit und dem Verlag für die mustergültige Ausstattung des Buches dankbar sein. M. K.

Jahrbuch der technischen Zeitschriften-Literatur (Technischer Index). Auskunft über Veröffentlichungen der technischen Fachpresse nach Sachgebieten, mit Technischem Zeitschriftenführer. Ausgabe 1916 für die Literatur des Jahres 1915. Von Heinrich Rieser. Verlag für Fachliteratur G. m. b. H., Berlin W 30 und Wien I. Preis 4 M.

Die vorliegende Ausgabe 1916 stellt den 3. Jahrgang dieses Führers durch das weitverzweigte Gebiet technischer Veröffentlichungen dar. Sie weist gegenüber den Vorjahren erhebliche Verbesserungen auf. So wurde die Zahl der bearbeiteten Zeitschriften neuerlich beträchtlich vermehrt und sind in den Literaturnachweis nunmehr auch die Veröffentlichungen auf den Fachgebieten: Architektur und Hochbau, Städtebau, Wirtschaftstechnik, Mechanik, Statik usw. miteinbezogen.

Beiträge zur Theorie und Berechnung der Schraubenpumpen auf Grund von Versuchen. (Mitteilungen aus der Versuchsanstalt des Hydraulischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule München.) Von Dr.-Ing. **Alexander Pfeiffer.** Mit 57 Abbildungen. Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München. 1916. Preis geheftet 2,50 M.

Der Verfasser hatte sich die Aufgabe gestellt, durch zahlreiche eingehende Versuche die Berechnung der Schraubenpumpen, die sich besonders für Förderung großer Flüssigkeitsmengen auf geringe Förderhöhen eignen, auf feste wissenschaftliche Grundlage zu stellen.

Die Versuchspumpe war in der Weise eingerichtet, daß die nicht nach Schraubenflächen gekrümmten, sondern aus ebenen Blechen bestehenden Laufschaufeln ebenso wie die Schaufeln der untersuchten Druck- und Saugleiträder leicht ausgewechselt und bequem unter verschiedene Winkel gegen die Umfangsrichtung eingestellt werden konnten.

Die Kontrole der Versuchsergebnisse auf Grund der Hauptgleichung für Zentrifugalpumpen ergab die interessante Feststellung, daß die aus den ebenen Schaufelflächen folgende Gleichheit von β_1 und β_2 nicht richtig sein konnte (da hierfür $H = 0$ geworden wäre), vielmehr eine durch die Wasserströmung verursachte Umwandlung der ebenen Flächen in gewölbte vorlag.

Der günstigste Wirkungsgrad betrug 0,57, an welchem Ergebnis die Anwendung eines Saugleitrades mit nur 3% beteiligt war; über die Vorteile eines Druckleitrades konnte ein endgültiges Urteil nicht gewonnen werden. (Der Krieg brach die Versuche vorzeitig ab.)

Die wertvolle Arbeit gibt innerhalb bestimmter Ausführungsgrenzen alle Mittel zur Vorausberechnung günstig wirkender Schraubenpumpen an die Hand. H. D.

Gesetz über einen Warenumsatzstempel vom 26. Juni 1916 und Frachturkundenstempelgesetz vom 17. Juni 1916 mit den Ausführungsbestimmungen des Bundesrats vom 13. Juli und 8. September 1916. Erläutert von Professor Dr. iur. Fritz Stier-Somlo. Verlag von Franz Vahlen in Berlin W 9, Linkstr. 16. Preis gebunden 3 M.

Das Warenumsatzstempelgesetz hat für alle Gewerbetreibenden unmittelbar praktische Bedeutung. Kaufleute, Fabrikanten, Handwerker, Wirte, Krämer, Landwirte, Bergwerks-

unternehmer können eine erläuterte Ausgabe um so weniger entbehren, als bereits jetzt eine große Anzahl von Streitfragen besteht, die aus dem Gesetze selbst nicht gelöst werden können. Auch Unternehmungen der öffentlichen Körperschaften, Vereine, Gesellschaften oder Genossenschaften, die nur an die eigenen Mitglieder liefern, unterstehen diesem Gesetze. In der vorliegenden Ausgabe, welche von Professor Dr. Stier-Somlo in derselben, durch die Kritik bereits mehrfach anerkannten Weise wie das Sicherungsgesetz und das Kriegssteuergesetz vom 21. Juni 1916 erläutert worden ist, werden alle die praktische Handhabung des Gesetzes fördernden Auskünfte erteilt und die Streitfragen beantwortet. Dasselbe Bändchen enthält auch das Frachturkundenstempelgesetz, das Gesetz über die Post- und Telegraphengebühren, sowie über die Erhöhung der Tabakabgaben, unter Berücksichtigung des ganzen Gesetzgebungsmaterials und der sämtlichen Ausführungsbestimmungen. Das Werk kann der gesamten Geschäftswelt zur Anschaffung bestens empfohlen werden.

Patentbericht.

Patente, welche auf die Kälte-Industrie Bezug haben.

Patente.

Anmeldungen.

17a, 1. D. 32531. Dr. Gustav Döderlein, Karlsruhe, Baden, Bismarckstr. 61a. Verfahren und Vorrichtung zur Raumkühlung. 17. 4. 16.

17a, 12. M. 59073. Maschinenbauanstalt Humboldt, Köln-Kalk. Kondensator für Kältemaschinen. 24. 1. 16.

17b, 3. B. 81320. Paul Buck, Bermondsey, London; Vertr.: R. H. Korn, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren und Vorrichtung zur Entlüftung von Wasser, das in Formen gefrieren soll. 23. 3. 16. Großbritannien 25. 3. 15.

17b, 2. M. 57453. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Augsburg. Kippgefäß mit heberförmigem Auslaufrohr zum Füllen der Gefrierzellen von Eiserzeugern. 29. 12. 14.

17e, 1. B. 81764. Walther Billig, Berlin-Friedenau, Goßlerstraße 26. Verfahren zur Erhöhung der Kühlwirkung von Kühlwasser. 14. 8. 15.

Löschungen.

17a. 293425.

17a. 216809. 17d. 157008. 17f. 157549.

Gebrauchsmuster.

(Eintragungen.)

17a. 654571. Maschinenbauanstalt Humboldt, Köln-Kalk. Kondensator für Kältemaschinen. 24. 1. 16. M. 54747.

Auszüge aus den Patentschriften.

17g. 1. 294516. Verfahren zum Tiefkühlen. Rudolf Mewes in Berlin.

Das Problem der Tiefkühlung, wie es nach vorliegender Erfindung beabsichtigt wird, bezweckt, durch Kaltdämpfe so niedrige Temperaturen mittels Verdampfung zu erzielen, daß durch diese die Verflüssigung von schwer verflüssigbaren Gasen, wie O, N, CO, Luft u. dgl. bewirkt wird.

Es handelt sich bei dem vorliegenden Verfahren im wesentlichen darum, der hochkomprimierten Kaltdampfflüssigkeit, welcher durch Wasserkühlung die Kondensationswärme bereits entzogen ist, vor dem Eintritt derselben in den Verdampfer, d. h. also vor dem Durchgang durch das Drosselventil oder durch die Durchschleusvorrichtung, auch noch die Flüssigkeitswärme zu entziehen, somit die unter Druck stehende Kaltdampfflüssigkeit stark, möglichst bis zur Verflüssigungstemperatur der schwerflüssigen Gase oder Gasgemische bei deren kritischer Temperatur zu unterkühlen.

Ob dies in einer Stufe mit einer einzigen Kaltdampfart oder in zwei oder mehreren Stufen mit verschiedenen Kaltdampfarten geschieht, ist für das Wesen der vorliegenden Art der Tiefkühlung belanglos; es wird durch das mehrstufige Arbeiten nur ein erheblich besserer Wirkungsgrad und die Erreichung tieferer Temperaturen möglich.

Die Unterkühlung der Kaltdampfflüssigkeit vor ihrer Entspannung soll nach vorliegendem Verfahren durch eine Druckluft- oder Gasdruckentspannungsmaschine durch die kalten Abgase der Gasverflüssigungs- oder Gastrennungsanlage geschehen und erheblich bis unter deren normalen Siedepunkt, nämlich bis zum kritischen Siedepunkt der Gasgemische oder Gase getrieben werden, damit bei dieser tiefsten Temperatur die gesamte Kaltdampfwärme (Verdampfungs- und Flüssigkeitswärme) für Tiefkühlung bei Verdampfertemperatur ausgenutzt werden kann.

Eine derartige Tiefkühlung ist bei den bisherigen Kältemaschinen wirtschaftlich nicht möglich; denn mit sinkender Verdampfertemperatur nimmt die Flüssigkeitswärme stark zu und wird schließlich gleich der Verdampfungswärme. Dadurch sinkt aber die Kälteleistung so sehr, daß bereits bei Temperaturen von etwa —40° die Kältemaschine ungünstiger als eine Kaltluft- oder Gasentspannungsmaschine arbeitet. Bei Temperaturen bis zu —118 bis —140° arbeitet die letztere wirtschaftlicher als die gewöhnliche Kältemaschine, und hierin liegt der technische Effekt des vorliegenden Verfahrens begründet.

Patentanspruch:

Verfahren zum Tiefkühlen, dadurch gekennzeichnet, daß das aus dem Kondensator der Kältemaschine austretende verflüssigte Gas vor seiner Verwendung zum Kühlen tief heruntergekühlt wird in Oberflächenkühlung durch die aus einer Entspannungsmaschine austretenden kalten Entspannungsgase.

Deutscher Kälte-Verein

Vorsitzender: Geh. Hofrat Dr. C. v. Linde, Professor in München. Adr.: München 44, Prinz Ludwigshöhe.

Schriftführer: A. Kaufmann, Oberingenieur. Adr.: Berlin NW 23, Brückenallee 11.

Schatzmeister: E. Brandt, Direktor. Adr.: Berlin NW 5, Rathenower-Str. 53.

Arbeitsabteilung I: Für wissenschaftliche Arbeiten. Obmann: Prof. Dr.-Ing. **R. Plank,** Danzig.

Arbeitsabteilung II: Für Bau und Lieferung von Maschinen, Apparaten etc. Obmann: Oberingenieur **C. Cattaneo,** Berlin.

Arbeitsabteilung III: Für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis etc. Obmann: Direktor **A. Lucas,** Leipzig A.

Der Vorstand des Deutschen Kälte-Vereins hielt am 28. November l. Js. unter dem Vorsitz des Herrn Geh. Rat v. Linde in Berlin eine Sitzung zur Erledigung laufender Angelegenheiten ab. Dabei wurde das an Stelle des verstorbenen Herrn Göttsche, Hamburg, gemäß § 10 der Satzungen neugewählte Vorstandsmitglied, Herr Direktor Esters, Berlin, in sein Amt eingeführt. Der Schriftführer: Kaufmann.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr.-Ing. Martin Krause, Berlin NW 23, Klopstockstr. 9.

3-05-

JAN 7 0 1920
UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE KÄLTE-INDUSTRIE

ZUGLEICH 7. JAHRGANG DER

ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN KÄLTE VEREINS

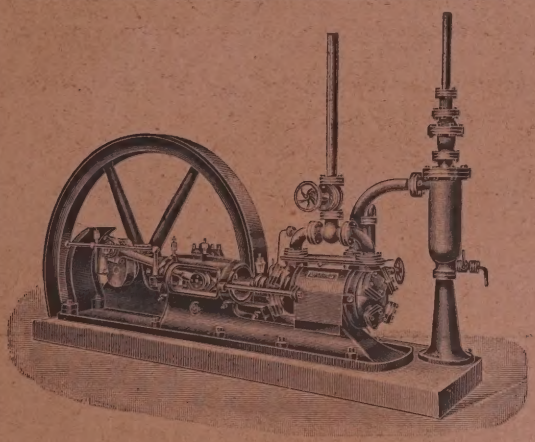
HERAUSGEBER DR. ING. MARTIN KRAUSE BERLIN NW. 23 KLOPSTOCKSTR. 9.

VERLAG VON R. OLDENBOURG MÜNCHEN NW. 2 U. BERLIN W. 10.

23. JAHRGANG | DEZEMBER 1916 | 12. HEFT

C. G. Haubold jr. G. m. b. H. Chemnitz i. S.

Gegründet 1837



liefert als langjährige Sonderausführung

Eis- u. Kühlmaschinen

für alle Zwecke und für jede beliebige Leistung nach dem

Kohlensäure- u. Ammoniak-System

Feinste Referenzen

Maschinenfabrik GERMANIA vorm. J. S. Schwalbe & Sohn

Gegründet 1811 — CHEMNITZ — Telegr.-Adr.: Germania

Eis- und Kühlmaschinen
in erstklassiger Ausführung, für alle Kältezwecke geeignet.

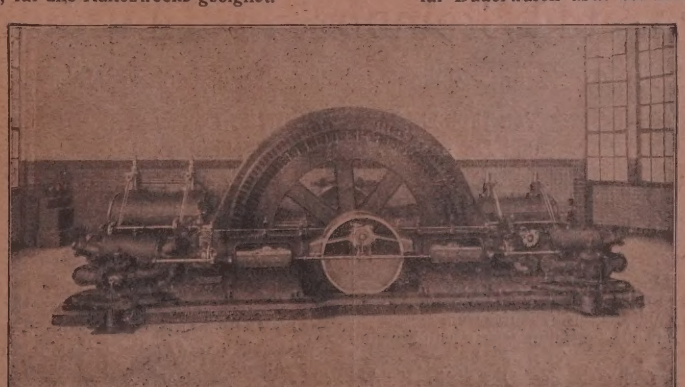
Fleischkühl- und Gefrieranlagen
für Dauerwaren usw. bei schnellster Lieferung.

Klein-Kühlmaschinen
für Hotels, Fleischereien, Wild- und Geflügelhandlungen usw.

Vollständige Dampfkraftanlagen

Einrichtungen
zur wirtschaftl. Ausnutzung des Zwischen- und Abdampfes

Inneneinrichtungen für Schlachthöfe



Tandem-Heißdampfmaschine mit Drehstrom-Generator und Doppelkompressor gekuppelt

Dampfkessel

Überhitzer

Kohlenförder-anlagen

Brauerei- und Mälzerei-Maschinen

Erste Referenzen

By

Inländisches
Heidekraut
für Streu-, Pack- und Futterzwecke liefert zu M. 2.10 per Zentner franko jeder deutschen Bahnstation in Waggonladungen. (158)
Meier Kleeblatt, Seligenstadt (Hessen).

KORK-ERSATZ
(gemahlene Rinde in jeder Körnung) (61)
als Isoliermittel
liefern in größeren Mengen
Heinrich Schroeder & Co.,
Kallies i. Pom.

Schicht-Assistent
mit Betriebserfahrungen, womöglich in Hochdruckluft- oder Ammoniakkompressoren, wird für eine große Luftverflüssigungs-Anlage sofort gesucht.
Angebote mit dem Kennwort „Lindeanlage" und Angabe der bisherigen Tätigkeit, Gehaltsansprüchen, Referenzen und des frühesten Eintrittstermines sind unter Beifügung von Zeugnisabschriften zu richten an: (62)
Bayerische Stickstoffwerke A. G.
Abteilung Reichswerke, **Piesteritz,** Bez. Halle.

Zur Ueberwachung einer ausgedehnten Kältemaschinen-Anlage wird ein tüchtiger, militärfreier
Ingenieur
gesucht. Angebote mit Bild, Zeugnisabschriften sowie Gehaltsansprüchen und Antrittstermin erbeten an (58)
Wilhelm Remy, Düsseldorf 112, Hoffeldstr. 5.

Korkenmangel beseitigt!
Leistungsfähige, aufs beste eingerichtete Korkenfabrik arbeitet gebrauchte Faß- und Syphonkorken wie neu auf und liefert solche **in gleicher Stärke wie neu bezogen zurück.** Bitte größere Muster einzusenden und folgen solche postwendend verarbeitet zurück. Quantumsangabe erwünscht. **Kaufe auch jeden Posten Altkorken** und liefere andere Ware dagegen. Feinste Referenzen zu Diensten. (160)
W. Henn, Korkenfabrik, Bretten (Baden).

Das Deutsche Patent 240477, betreffend
Sicherheitsvorrichtung für Kältemaschinen
soll verkauft werden, ev. würden Lizenzen abgegeben werden.
J. Brandt & G. W. von Nawrocki,
Patentanwaltsbureau, (63)
Berlin SW. 48, Friedrichstr. 233.

Schmiedeiserne Rippenrohre
für direkte Verdampfung.
A. Freundlich, Maschinenfabrik, Düsseldorf

R. OLDENBOURG **MÜNCHEN-BERLIN**

Soeben erschien:

ABHANDLUNGEN ZUR VOLKSERNÄHRUNG
Heft 7

Über die Konservierung von frischem Beeren-, Kern- und Steinobst in Kühlräumen

Im Auftrage der Zentral-Einkaufsgesellschaft ausgeführte Untersuchungen

Von Prof. Dr.-Ing. **R. PLANK,** Danzig
und Dr. med. **V. GERLACH,** Nürnberg

IV und 112 Seiten 8°. Preis geheftet M. 3.60

INHALTSVERZEICHNIS:

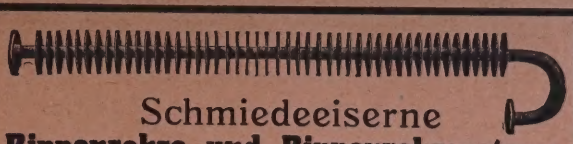
1. Vorwort.
2. Die benutzten Kühlräume.
3. Die chemischen Vorgänge bei der Reifung des Obstes.
   A. Die Bildung und Umwandlung der Kohlehydrate.
   B. Die Bildung und Umwandlung der Fruchtsäuren.
4. Der Einfluß der Temperatur auf die Reifungsgeschwindigkeit des Obstes.
5. Die Durchkühlungsgeschwindigkeit des Obstes in Kühlräumen und die Ursache der bleibenden Temperaturdifferenz.
6. Die Gewichtsverluste bei der Lagerung von frischem Obst.
7. Die Ergebnisse der Kaltlagerungsversuche.
8. Die geschmacklichen Veränderungen des Obstes beim Lagern in Kühlräumen.
9. Die Veränderungen der chemischen Zusammensetzung einiger untersuchter Obstsorten während der Lagerung in Kühlräumen.
10. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Rohrschlangen aller Art.

HALLESCHE RÖHRENWERKE A.-G.
HALLE A. S.
Geschweisste Blechrohre

für Dampf-, Gas-, Wasser- und Windleitungen.

Bohr- und Filterrohre.



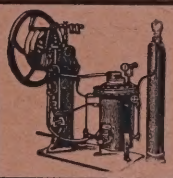
Schmiedeeiserne
Rippenrohre und Rippenrohrsysteme für Kühlanlagen
in Baulängen bis 8 m liefern preiswert
Rheinische Schweißwerke Sieglar, G. m. b. H.
Sieglar b. Cöln a. Rh.

Schüchtermann & Kremer
Maschinenfabrik / Dortmund 48

Kälteerzeugungs-Maschinen
nach dem Schwefligsäure- und Ammoniak-Kompressions-System für Eiserzeugung, Abkühlung von Räumen u. Flüssigkeiten jeder Art

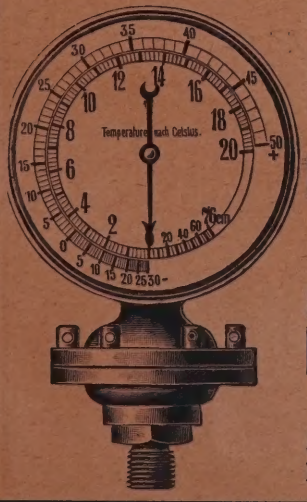
Präzisions-Dampfmaschinen
in jeder Größe und Ausführungsart

Schutz-Anstriche
für Eismaschinenbetrieb
Beste Marke „Salvator"
Jno. Werner & Co. G. m. b. H. **Mannheim**
Gegründet 1860 : Erfinder der Brauerglasuren etc.



Mineralwasser-Apparate
neueste Systeme
Imprägnierpumpen
Gegendruckfüller
liefert
Fr. Düker, Maschinenfabrik, Stettin 24

KORKSTEINFABRIKATE
wasserfest und absolut geruchlos liefern
Rheinhold & C°in Hannover
und deren 18 Zweigniederlassungen



Manometer
für die
Eis- und Kälte-Industrie
liefert in allen Ausführungen zu mäßigen Preisen
Manometer-Werk
Max Schubert
Chemnitz 10.
2 Millionen
Manometer erzeugt.

GW **GESELLSCHAFT FÜR LINDE'S EISMASCHINEN A.G.**

Einrichtungen
für jede Art der Kälteverwendung, für Gasverflüssigung und -Trennung

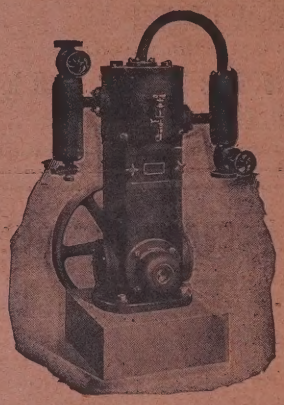
Leistungs-Erhöhung der Kältemaschinen
durch
Überhitzungsbetrieb

9300 Kältemaschinen bis Ende 1916 geliefert

WIESBADEN.

Erfurter Maschinenfabrik Franz Beyer & Co., Erfurt

Inhaber: Emil Passburg, Berlin



Ganze Einrichtungen für Gasthöfe, Warenhäuser Wild- u. Geflügelhandlungen, Krankenhäuser usw.

Prospekte und Ingenieurbesuche kostenlos :: Glänzende Gutachten

Die neue schnellaufende

EMF-Eis- und Kühlmaschine

Höchste Betriebssicherheit :: Geringste Wartung :: Kleinste Betriebskosten :: Geringster Raumbedarf :: Billiger Preis

Auszeichnungen: Internationale Eisenbahn- u. Verkehrsmittel-Ausstellung Buenos-Aires 1910: Goldene Medaille :: Internationale Industrie- u. Gewerbe-Ausstellung Turin 1911: 5 Grand Prix, 5 Goldene Medaillen und 2 Ehrendiplome

Freundlich's

Protektor-Eiszellen

D.R.P. u. Auslandpatente a.

sind konkurrenzlos

Näheres durch Prospekte

A. Freundlich, Maschinenfabrik, Düsseldorf

VEREINIGTE MASCHINENFABRIKEN A.G.

vormals

SKODA, RUSTON, BROMOVSKÝ u. RINGHOFFER.

(ZENTRALE: PRAG-SMICHOW.)

WERKE IN PILSEN, SMICHOW, KÖNIGGRÄTZ UND ADAMSTHAL.

Spezialfabrik für den Bau moderner

Eis- u. Kühlmaschinen.

Die V.M.A.G.-Eis- und Kühlmaschinen sind die wirtschaftlich vorteilhaftesten der Gegenwart. (31)

Normaltypen von 2000 bis 1000000 und mehr Kalorien-Stundenleistung.

Für den Anzeigenteil verantwortlich: Julius Sassenhoff in München. — Druck von R. Oldenbourg in München.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 105855149